

# DIE NATÜRLICHEN PFLANZENFAMILIEN

NEBST IHREN GATTUNGEN  
UND WICHTIGEREN ARTEN, INSBESONDERE  
DEN NUTZPFLANZEN

UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER HERVORRAGENDER FACHGELEHRTEN  
BEGRÜNDET VON

A. ENGLER UND K. PRANTL

ZWEITE STARK VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE  
HERAUSGEGEBEN VON

ADOLF ENGLER (†)

FORTGESETZT VON

HERMANN HARMS UND JOHANNES MATTFELD

BAND 1b

SCHIZOPHYTA: Klasse Schizophyceae

Bearbeitet von Lothar Geitler

Mit 156 Figuren im Text



DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN

180162

5805-39  
1

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks,  
der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten  
Unveränderter Nachdruck des 1942 erschienenen Bandes

© 1959 Duncker & Humblot, Berlin

Gedruckt 1959 bei fotokop GmbH., Darmstadt

Printed in Germany



# Inhalt

## Schizophyta

### Klasse Schizophyceae

Merkmale S. 1. — Wichtigste Literatur S. 1. — Bau des Protoplasten S. 5. — Vegetationsorgane (Übersicht, Zellformen, Zellgröße, Membranbau) S. 9. — Thallusaufbau S. 13. — Fortpflanzungsverhältnisse und Entwicklungsgeschichte (Teilung und Wachstum, Nannocyten, Endosporenbildung, Exosporenbildung, Gonidien und Planokokken, Dauerzellen, Hormocysten (Hormosporen), Heterocysten, Hormogonien, Angaben über Zoosporen und sexuelle Fortpflanzung) S. 18. — Physiologie S. 25, 225. — Ökologie (Planktonformen, sonstige Wasserformen, Landformen, Kalkausscheidung, Kalklösende Blaualgen, Eisenfällung, Thermalformen) S. 26. — Symbiose (Flechten, andere Fälle, intrazellulär lebende Blaualgen, Cyanellen) S. 31. — Nutzen S. 33. — Phylogenie, Systematik S. 33. — Paläontologie S. 36, 225. — Geographische Verbreitung S. 36. — Systematische Praxis S. 37. — Systematische Einteilung S. 37.

Reihe <b>Chroococcales</b> . . . . .	38
<b>Chroococcaceae</b> . . . . .	38
Anhang zu den Chroococcaceae: Unvollkommen beschriebene, unsichere und irrtümlich aufgestellte Gattungen S. 64.	
<b>Entophysalidaceae</b> . . . . .	69
Anhang zu den Entophysalidaceae: Schlecht bekannte Gattungen und Gattungen unsicherer Stellung S. 75.	
Reihe <b>Pleurocapsales</b> . . . . .	79
<b>Pleurocapsaceae</b> . . . . .	80
Anhang unsicherer oder aufzulassender Pleurocapsaceae S. 84.	
<b>Scopulonemataceae</b> . . . . .	85
Anhang: Unsichere und aufzulassende Scopulonemataceae S. 98.	
<b>Siphononemataceae</b> . . . . .	98
<b>Pascherinemataceae</b> . . . . .	99
Anhang zu den Pascherinemataceae S. 100.	
Reihe <b>Dermocarpales</b> . . . . .	101
<b>Cyanidiaceae</b> . . . . .	102
<b>Dermocarpaceae</b> . . . . .	104
Anhang zu den Dermocarpaceae: Unvollkommen bekannte und daher unsichere Gattung S. 108	
<b>Chamaesiphonaceae</b> . . . . .	109

Reihe <b>Hormogonales</b> . . . . .	113
<b>Loriellaceae</b> . . . . .	115
<b>Pulvinulariaceae</b> . . . . .	118
<b>Capsosiraceae</b> . . . . .	118
<b>Stigonemataceae</b> . . . . .	121
Anhang: Unsichere und wenig bekannte Gattungen der Stigonemataceae S. 130.	
<b>Nostochopsidaceae</b> . . . . .	131
Anhang zu den Nostochopsidaceae S. 134.	
<b>Mastigocladaceae</b> . . . . .	136
<b>Borzinemataceae</b> . . . . .	141
Anhang zu den Borzinemataceae: Unsichere Gattung S. 144.	
<b>Scytonemataceae</b> . . . . .	145
Anhang zu den Scytonemataceae: Auszuschließende Gattungen S. 158.	
<b>Microchaetaceae</b> . . . . .	159
<b>Rivulariaceae</b> . . . . .	162
Anhang zu den Rivulariaceae: Unsichere und auszuschließende Gattungen S. 175.	
<b>Nostocaceae</b> . . . . .	177
<b>Oscillatoriaceae</b> . . . . .	193
Anhang unsicherer Gattungen S. 220.	
<b>Gomontiellaceae</b> . . . . .	222
Auszuschließende, aufgeteilte und unsichere Gattungen der Schizophyceae. . . . .	223
Nachträge und Zusätze während der Drucklegung (Stickstoffbindung, Symbiose; Fossile Schizophyceae; Microcystis; Gloeocapsa; Dauerzellen von Anabaena). . . . .	225
Liste der neuen Namen und Kombinationen. . . . .	227
Nomina generica conservanda proposita. . . . .	228
Register . . . . .	229

# Schizophyceae

Von

Lothar Geitler

Mit 156 Figuren

*Schizophyceae* Cohn in Jahresber. Schles. Ges. vaterl. Kult. (1879) 286. — *Myxophykea* Wallroth, Fl. Crypt. Germ. IV (1833) 4 p. p.; *Myxophyceae* Stizenberger, Rabenhorst's Alg. Sachsens (1860) 18. — *Gloeosipheae* Kützing, Phyc. gen. (1843) 179. — *Cryptophyceae* Thuret in Le Jolis, Liste Alg. Cherbourg (1863) 13. — *Phycochromophyceae* Rabenhorst, Fl. Eur. Alg. II (1865) 1. — *Cyanophyceae* Sachs, Lehrb. Bot. 4. Aufl. (1874) 248. — *Cyanophyta* Schußnig in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 74/75 (1925) 259.

Der in dieser Bearbeitung verwendete Name *Schizophyceae* (Spaltalgen) drückt die anscheinend nahe Verwandtschaft mit den Schizomyceten aus. Da die Ähnlichkeiten der beiden Gruppen hauptsächlich negativer Art sind (Fehlen der sonst für das gesamte Organismenreich kennzeichnenden Differenzierung der Zelle in Cytoplasma und Kern) und ihr näherer genetischer Zusammenhang sich nicht streng beweisen läßt (vgl. Geitler in Naturwiss. 1926), wird vielfach in der neueren Literatur der Name *Cyanophyceae* (Blaualgen) vorgezogen, der nichts präjudiziert und als Analogiebildung zu *Chlorophyceae*, *Rhodophyceae* usw. auch den Vorteil der Anschaulichkeit besitzt. Die Priorität würde der Bezeichnung *Myxophyceae* Stiz. gebühren.

**Merkmale.** Einzellige oder vielzellige Algen, deren Protoplast nicht in Cytoplasma und Kern differenziert ist und die keine echten Chromatophoren besitzen. Der Protoplast ist in eine die Assimilationspigmente führende Rindenschicht (Chromatoplasma) und in einen trophischen und generativen Funktionen dienenden inneren Teil (Centroplasma) gegliedert; Assimilationspigmente sind Chlorophyll, Phykozyan, Phykoerythrin, außerdem sind Karotinoide vorhanden; alle Farbstoffe zusammen rufen je nach ihrem Mengenverhältnis blaugrüne, olivgrüne, graue, gelbliche oder rosa bis violette, seltener gelbgrüne oder gelbbraune, nie aber chlorophyllgrüne oder rein braune Farbentöne des Zellinhalts hervor. Die Zellmembranen sind dünn und elastisch, oder dick und gallertig oder ziemlich fest, bestehen vorwiegend aus Pektinen, aber auch aus Zellulose, und sind häufig gelb bis braun, seltener auch rot, blau oder violett gefärbt. Assimilationsprodukt Glykogen bzw. Glykoproteide; Stärke fehlt. Vermehrung außer durch Zweiteilung durch Vielfachteilung, oft unter dem Bild von in besonderen Sporangien entstehenden Endosporen, manchmal auch durch Exosporen; Fortpflanzung durch derbhäutige Dauerzellen oder Fadenstücke (Hormocysten), durch aktive (aber nicht mittels Geißeln) bewegliche Einzelzellen (Planokokken), bei den Hormogonalen typisch durch aktiv bewegliche Fadenstücke (Hormogonien), gelegentlich auch durch Fragmentation des Thallus. Begeißelte Stadien und sexuelle Fortpflanzung fehlen.

Die Zahl der Blaualgenarten beträgt gegen 2000; sie verteilen sich in der vorliegenden Bearbeitung auf 140 Gattungen und 23 Familien.

**Wichtigste Literatur**<sup>1)</sup>. Morphologie und Systematik (Allgemeines, größere Florenwerke, Bestimmungsbücher): C. Agardh, Systema Algarum (1824). — E. Bornet et Ch. Flahault, Révision

<sup>1)</sup> Ausführliche Literaturnachweise finden sich bei Geitler in Rabenhorsts Kryptogamenflora (l.c.) und in Linsbauers Handb. d. Pflanzenanatomie (l.c.). — Vgl. im übrigen auch die bei den Familien und Gattungen angeführten Schriften.

des Nostocacées hétérocystées, in Ann. Sci. Nat., Sér. 7, Bot. 3—7 (1886—1888). — E. Bornet et G. Thuret, Notes algologiques, Paris (1876, 1880). — A. Borzi, Note alla morfologia delle alghe ficocromacee, in N. Giorn. Bot. Ital. 10, 11, 14 (1878, 1879, 1882); Studi sulle mixoficee, ebenda, n. ser. 21, 23, 24 (1914, 1916, 1917). — Lotte Canabaeus, Über die Heterocysten und Gasvakuolen der Blaualgen, in Pflanzenforsch. 13 (1929). — C. Correns, Über Dickenwachstum durch Intussusception bei einigen Algenmembranen, in Flora 72 (1889) 298; Über die Membran und Bewegung der Oscillarien, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 15 (1897) 139. — W. B. Crow, A critical study of certain unicellular Cyanophyceae, in New Phytolog. 21 (1922); Variation and species in Cyanophyceae, in Journ. of Genet. 14 (1924); The morphology of the filaments of Cyanophyceae, in Ann. de Protist. 1 (1928); Contributions to the morphology of colonial Cyanophyceae, in Arch. f. Protok. 61 (1928). — A. de Bary, Beitrag zur Kenntnis der Nostocaceen, in Flora 46 (1863) 553. — A. A. Elenkin, Mémoire sur la modification des principes de la classification des Hormogonées, in Journ. Russ. Bot. Ges. (1916); Schema Chroococcacearum classificationis, in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2 (1923) 65; Monographia Algarum Cyanophycearum aquidulcium et terrestrium in finibus URSS inventarum. I. Moskau-Leningrad (1936) (Russisch). — A. Forti, Myxophyceae, in J. B. De-Toni, Sylloge Algarum 5 (1907). — P. Frémy, Les Myxophycées de l'Afrique équatoriale française, in Arch. de Bot. 3 (1929/30). — F. E. Fritsch, Studies on Cyanophyceae I, III, in New Phytologist 3 (1904); II, in Beih. Bot. Cbl. I. Abt. 18 (1905). — L. Geitler, Versuch einer Lösung des Heterocystenproblems, in Sitzungsber. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. (1921); Synoptische Darstellung der Cyanophyceen in morphologischer und systematischer Hinsicht, in Beih. Bot. Cbl. Abt. 2, 41 (1925); Cyanophyceae, in Paschers Süßwasserflora H. 12 (1925); Über die am besten bekannten ältesten Organismen, in Naturwiss. (1926); Cyanophyceae, in Rabenhorsts Kryptogamenflora XIV (1930—1932); Schizophyceen, in Linsbauers Handbuch d. Pflanzenanatomie II. Abt., VI 1 B (1936). — L. Geitler u. F. Ruttner, Die Cyanophyceen der Deutschen limnologischen Sunda-expedition, in Arch. Hydrobiol. Suppl. XIV (1935). — K. Glade, Zur Kenntnis der Gattung Cyindrospermum, in Cohns Beitr. Biol. Pfl. 12 (1914). — M. Gomont, Recherches sur les enveloppes cellulaires des Nostocacées, in Bull. Soc. Bot. France 35 (1888); Monographie des Oscillariées, in Ann. Sci. Nat., Sér. 7, Bot. 15, 16 (1892). — A. C. J. van Goor, Sur les pseudovacuoles rouges et leur signification, in Revue algologique 2 (1925). — A. Hansgirg, Prodrum der Algenflora von Böhmen 2 (Prag 1892). — O. Kirchner in Kryptogamenflora von Schlesien, 2. Algen (1892); in E. P. 1. Aufl. I. Teil, Abt. 1a (1898) 45—92. — R. Kongisser, Zur Kenntnis der Bewegung von einzelligen Cyanophyceen, in Journ. Bot. URSS 17 (1932) 379—382. — T. F. Kützing, Tabulae phycologicae I, II (1845—1852); Species algarum (1849). — E. Lemmermann, Algen I, in Kryptogamenflora Mark Brandenburg 3 (1910). — G. Meneghini, Cenni sulla organografia e fisiologia delle Alghe (1838). — C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen (1849). — A. Pascher, Über die Teilungsvorgänge bei einer neuen Blaualge: *Endonema*, in Jahrb. wiss. Bot. 70 (1924). — L. Rabenhorst, Flora Europaea Algarum, sect. II (1865). — V. J. Poljansky in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. URSS, Ser. II. 3 (1936) 7. — S. Schwendener, Zur Wachstumsgeschichte der Rivulariaceen, in Sitzber. Preuß. Ak. Wiss. (1894). — W. A. Setchell and N. L. Gardner, The marine Algae of the Pacific Coast of North America, in Univ. Calif. Publ. Bot. 8, 1 (1919). — G. M. Smith, The freshwater Algae of the United States (New York 1933). — G. Thuret, Essai de classification des Nostochinées, in Ann. Sci. Nat. Sér. 6, Bot. 1 (1875). — Josephine Tilden, Minnesota Algae, The Myxophyceae of North America, Minneapolis, 1 (1910). — G. S. West, A Treatise on the British Freshwater Algae (1904). — N. Wille, Vorarbeiten zu einer Monographie der Chroococcaceen, in Nyt Mag. Naturvid. 62, 1924 (1925) 169—209. — H. C. A. Wood, A contribution to the history of the freshwater Algae of North America, in Smithsonian Contrib. Knowl. 19 (1872). — F. Wille, Freshwater Algae of the United States (Bethlehem, Pa. 1887).

Cytologie (Zellbau, Zellteilung, Chemismus)<sup>1)</sup>. O. Baumgärtel, Das Problem der Cyanophyceenzelle, in Arch. f. Protok. 41 (1920). — K. Boresch, Die wasserlöslichen Farbstoffe der Schizophyceen, in Biochem. Zeitschr. 119 (1921). — A. Borzi, Le comunicazioni intracellulari delle Nostochinee, in Malpighia I (1887). — M. Bouillenne-Walrand et L. Delarge, Contribution à l'étude des pigments végétaux, in Rev. gén. de Bot. 49 (1937) 537. — F. Brand, Über das osmotische Verhalten der Cyanophyceenzelle, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 21 (1903); Über die sog. Gasvakuolen und die differentiellen Spitzenzellen der Cyanophyceen, sowie über Schnellfärbung, in Hedwigia 45 (1906). — O. Bütschli, Bemerkungen über Cyanophyceen und Bakterien, in Arch. f. Protok. 1 (1902). — B. v. Cholnoky, Zur Kenntnis der Cyanophyceenzelle, in Protopl. 28 (1937). — C. Correns (vgl. unter Morphologie und Systematik). — P. Dangeard, Observations sur le vacuome des Cyanophycées, in C. R. Ac. Sci. Paris 197 (1933). — A. N. Danilov, Das Phykozyan und Phykoerythrin auf Grund der Ergebnisse der Spektralanalyse, in Bull. Jard. Imp. Bot. Pierre le Grand 16 (1916). — A. A. Elenkin et A. N. Danilov, Recherches cytologiques sur les cristaux et les grains de sécrétion dans les cellules de *Symploca muscorum* usw., ebenda. — A. Fischer, Die Zelle der Cyanophyceen, in Bot. Ztg. 63 (1905). — N. L. Gardner, Cytological studies in Cyanophyceae, in Univ. Calif. Publ. Bot. 2 (1906). — P. et N. Gavaudan, Quelques remarques sur la cytologie des Oscillariées, in Bull. Soc. Bot. Fr. 80 (1933). — A. Gonзалves da Cunha, Sur la signification du corps central des Cyanophycées, in C. R. Soc. Biol.

<sup>1)</sup> Hier sind zum Teil auch ältere Untersuchungen angeführt, die zwar überholt sind, aber das Problem des Baues des Blaualgenprotoplasten wesentlich förderten.

Paris 118 (1935). — A. Guilliermond, Contribution à l'étude cytologique des Cyanophycées, in Rev. gén. de Bot. 18 (1906); Nouvelles recherches sur la structure des Cyanophycées, ebenda 38 (1926); La structure des Cyanophycées, in C. R. Ac. Sci. Paris 197 (1933). — A. W. Haupt, Cell structure and cell division in the Cyanophyceae, in Bot. Gaz. 75 (1923). — R. Hegler, Untersuchungen über die Organisation der Phykochromaceenzelle, in Jahrb. wiss. Bot. 36 (1891). — J. M. Heilborn and B. Lythgoe, The chemistry of the Algae. II. The carotinoid pigments of *Oscillatoria rubescens*, in Journ. chem. Soc. London (1936). — G. Hieronymus, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen, in Cohns Beitr. Biol. Pfl. 5 (1892); Über die Organisation der Phykochromaceenzelle, in Bot. Ztg. 51 (1893). — G. Hinze, Über Schwefeltropfen im Innern von Oscillarien, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 21 (1903). — A. Ch. Hollande, Remarques au sujet de la structure cytologique de Cyanophycées, in C. R. Soc. Biol. Paris 109 (1932); Remarques au sujet de la structure cytologique de quelques Cyanophycées, in Arch. Zool. exp. et gén. 75 (1933). — A. Ch. et G. Hollande, La structure cytologique des cellules des Cyanophycées, in C. R. Soc. Biol. Paris 110 (1933). — H. Klebahn, Gasvakuolen, ein Bestandteil der Wasserblüten bildenden Phykochromaceen, in Flora 80 (1895); Neue Untersuchungen über Gasvakuolen, in Jahrb. wiss. Bot. 61 (1922); Weitere Untersuchungen über die Gasvakuolen, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 43 (1925). — G. Klein, Zur Chemie der Zellhaut der Cyanophyceen, in Sitzber. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 124 (1915). — F. Kohl, Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle und die mitotische Teilung ihres Kerns (Jena 1903). — R. Kolkwitz, Über die Krümmungen und den Membranbau bei einigen Spaltalgen, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 15 (1897). — H. Kylin, Über die Farbe der Florideen und Cyanophyceen, in Svensk Bot. Tidskr. 6 (1912); Über die karotinoiden Farbstoffe der Algen, in Z. phys. Chemie 166 (1927); Einige Bemerkungen über Phykoerythrin und Phykozyan, in Hoppe-Seylers Ztschr. Phys. Chem. 197 (1931); Über die Farbstoffe und die Farbe der Cyanophyceen, in Kungl. Fysiograf. Sällsk. Lund Förhandl. 7 (1937); Bemerkungen über die karotinoiden Farbstoffe der Algen, ebenda 9 (1939). — A. Lemaire, Recherches microchimiques sur la gaine de quelques Schizophycées, in Journ. de Bot. 15 (1901). — A. McCallum, On the cytology of non nucleated organism, in Trans. Canad. Inst. Toronto (1899). — E. Mameli, Ricerche sulla costituzione chimica della membrana delle Alghe cianoficee, in Atti R. Ist. Bot. Univ. Pavia (1920). — J. Massart, Recherches sur les organismes inférieurs, in V. Mém. Ac. Sci. Belg. (1901). — H. Molisch, Die sogenannten Gasvakuolen und das Schweben gewisser Phykochromaceen, in Bot. Ztg. 61 (1903); Untersuchungen über Phykozyan, in Sitzber. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 115 (1906). — A. Mühlendorf, Das plasmatische Wesen der pflanzlichen Zellbrücken, in Beih. Bot. Cbl. Abt. A, 56 (1937); Beiträge zur Frage über das Vorkommen von Zellbrücken bei den Cyanophyceen und Rhodophyten, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 56 (1938); Einige Betrachtungen zur Membranmorphologie der Blaualgen, ebenda. — G. Nadson, Über den Bau des Cyanophyceenprotoplasten, in Scripta Bot. St. Petersburg. (1895). — H. Nakamura, Über das Auftreten des Schwefelkugelhins in niederen Algen, in Tokyo Bot. Mag. 51 (1937). — E. Palla, Beitrag zur Kenntnis des Baues des Cyanophyceenprotoplasten, in Jahrb. wiss. Bot. 25 (1893). — F. Panini, Osservazioni sulla sostanza fondamentale nella membrana cellulare di diversi Alghe, in Atti R. Ist. Veneto Sci. Lett. Art. 84 (1924); Intorno alla costituzione chimica della guaina dello *Scytonema alatum*, in Nuova Notarisa (1925). — Julienne Payen, Recherches biochimiques sur quelques Cyanophycées, in Rev. alg. 11 (1938). — G. Poljansky u. G. Petruschewsky, Zur Frage über die Struktur der Cyanophyceenzelle, in Arch. f. Protok. 67 (1929). — S. Prát Plasmolyse des Cyanophycées, in Bull. int. Ac. Sci. Bohème (1921); Beitrag zur Kenntnis der Organisation der Cyanophyceen, in Arch. f. Protok. 52 (1925). — G. Schmid, Über Organisation und Schleimbildung bei *Oscillatoria jenensis* und das Bewegungsverhalten künstlicher Teilstücke, in Jahrb. wiss. Bot. 60 (1921). — Klara Schönleber, *Scytonema Julianum*, in Arch. f. Protok. 88 (1936). — Lisbeth Schorr, Beobachtungen an isoliertem Cyanophyceenprotoplasma, in Protopl. 31 (1938). — J. K. Spearing, Cytological studies of the Myxophyceae, in Arch. f. Protok. 89 (1937). — The Svedberg u. T. Katsurai, Die Molekulargewichte des Phykoerythrins und Phykozyans von *Aphanizomenon flos-aquae*, in Journ. Amer. Chem. Soc. 51 (1929). — J. Tischer, Über die Polypigmente der Blaualge *Aphanizomenon flos-aquae*, in Zeitschr. phys. Chem. 251, 260 (1938, 1939). — E. Zacharias, Über die Zellen der Cyanophyceen, in Bot. Ztg. 48, 50, 51 (1890, 1892, 1893); Über die Cyanophyceen, in Jahrb. wiss. Anst. Hamburg (1903).

Physiologie, Ökologie. E. Bachmann, Kalklösende Algen, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 33 (1915). — K. Boresch, Die Färbung der Cyanophyceen und Chlorophyceen in ihrer Abhängigkeit vom N-Gehalt des Substrats, in Jahrb. wiss. Bot. 52 (1913); Die komplementäre chromatische Adaptation, in Arch. f. Protok. 44 (1921); Ein Fall von Eisenchlorose bei Cyanophyceen, in Zeitschr. f. Bot. 13 (1921); Ein neuer die Cyanophyceenfarbe bestimmender Faktor, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 38, 42 (1920, 1924). — E. Bornet u. Ch. Flahault, Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des mollusques, in Bull. Soc. Bot. Fr. 36 (1889). — V. Brehm u. F. Ruttner, Die Biocönos der Lunzer Gewässer, in Int. Rev. ges. Hydrob. u. Hydrograph. 16 (1926). — B. M. Bristol, On the retention of vitality by algae from old stored soils, in New Phyt. 18 (1919); On the algal flora of some desiccated English soils, in Ann. of Bot. 34 (1920). — R. Chodat, Études de biologie lacustre, in Bull. Herb. Boissier 6 (1898) 49. — F. Cohn, Beiträge zur Physiologie der Phykochromaceen, in Arch. mikr. Anatom. 3 (1867); Über die Algen des Carlsbader Sprudels, in Abh. schles. Ges. vaterl. Kult. 2 (1862). — J. J. Copeland, Yellowstone Thermal Myxophyceae, in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936). — A. N. Danilow, Le *Nostoc* en

état de symbiose, in Arch. Soc. Russ. Protist. 6 (1927). — P. K. De, The role of blue-green algae in nitrogen fixation in rice-fields, in Proc. Roy. Soc. Lond. Ser. B. 127 (1939). — L. Diels, Die Algenvegetation der Südtiroler Dolomitriffe, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 32 (1914). — P. Dorff, Die Eisenorganismen, in Pflanzenforsch. 16 (1934). — Du Rietz, Die Hauptzüge der Vegetation usw., in Svensk Bot. Tidskr. 19 (1925). — A. A. Elenkin, Über die thermophilen Algenformationen, in Bull. Jard. Bot. Pétersb. 14 (1914). — Th. W. Engelmann, Farbe und Assimilation, in Bot. Ztg. 41 (1883). — A. Ercegović, La végétation des lithophytes sur les calcaires et les dolomites en Croatie, in Acta Bot. Inst. Bot. R. Univ. Zagreb. 1 (1925); Études écologiques et sociologiques des Cyanophycées lithophytes de la côte yougoslave de l'Adriatique, in Bull. int. Ac. Yougosl. Sci. Arts, cl. math.-nat. 26 (1932). — P. Frémy, Essai sur l'écologie des algues saxicoles aériennes et subaériennes en Normandie, in Nuova Notarisa 36 (1925); Les algues perforantes, in Mém. Soc. Nat. Cherbourg 42 (1936). — R. Fechner, Die Chemotaxis der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt, in Zeitschr. f. Bot. 7 (1915). — F. E. Fritsch, The role of algal growth in the colonisation of new grounds and the determination of scenery, in Geogr. Journ. (1907); The terrestrial Algae, in Journ. of Ecol. 10 (1922); The encrusting algal communities of certain fast-flowing streams, in New Phyt. 28 (1929). — N. Gaidukow, Die Farbe der Algen und des Wassers, in Hedwigia 43 (1904). — L. Geitler, Die Mikrophytenbiozönose der Fontinalis-Bestände des Lunzer Untersees und ihre Abhängigkeit vom Licht, in Int. Rev. ges. Hydrob. u. Hydrogr. 10 (1922); Der Zellbau von *Glaucozystis Nostochinearum* und *Gloeochaete Wittröckiana* und die Chromatophoren-Symbiose-Theorie von Mereschkowsky, in Arch. f. Protok. 47 (1923); Über Vegetationsfärbungen in Bächen, in Biologia generalis 3 (1927); Über die Tiefenflora an Felsen im Lunzer Untersee, in Arch. f. Protok. 62 (1928); Über eine schwer benetzbare Blaualge, in Flora 31 (1937); Beiträge zur Kenntnis der Flechtensymbiose, in Arch. f. Protok. 80 (1933), 82 (1934), 88 (1937). — L. Geitler u. F. Ruttner, Die Cyanophyteen der deutschen Limnologischen Sundaexpedition, ihre Morphologie, Systematik und Ökologie III. Teil, in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. Bd. XIV (1935). — A. Ginzberger, Der Einfluß des Meerwassers auf die Gliederung der süddalmatinischen Küstenvegetation, in Öst. Bot. Ztschr. 74 (1925). — A. C. J. van Goor, Contribution à la physiologie des Cyanophycées, in Rev. algol. 2 (1925). — R. Harder, Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Cyanophyteen, in Zeitschr. f. Bot. 9 (1917); Über die Bewegung der Nostocaceen, ebenda 10 (1918); Über die Bedeutung der Lichtintensität und Wellenlänge für die Assimilation farbiger Algen, in Zeitschr. für Bot. 15 (1923). — O. Jaag, Die Kryptogamenflora des Rheinfalls und des Hochsteins von Stein bis Eglisau, in Mitt. Nat. Ges. Schaffhausen XIV (1938). — E. Kann, Cyanophyteenkrusten aus einem Teiche bei Abisko, in Arch. f. Hydrobiol. 37 (1941) 495; Krustensteine in Seen, ebenda 504. — O. Kirchner u. C. Schröter, Die Vegetation des Bodensees, in Schrift. Ver. Gesch. d. Bodensees H. 25 (1896). — R. Kolkwitz, Plankton und Seston, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 30 (1912); Über Wasserblüten, in Engl. Bot. Jahrb. 50 (1914). — R. Kolkwitz u. M. Marsson, Ökologie der pflanzlichen Saprobien, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 26 (1908). — F. Koppe, Die Schlammlflora ostholsteinischer Seen und des Bodensees, in Arch. Hydrobiol. 14 (1924). — E. Knapp, Über *Geosiphon pyriforme* Fr. Wettst., eine intrazelluläre Pilz-Algen-Symbiose, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 51 (1933). — H. Kylin, Über die Farbstoffe und Farbe der Cyanophyteen, in Kungl. Fysiogr. Sällsk. Lund Förhandl. 7 (1937). — R. Lauterborn, Die sapropelische Lebewelt, in Verh. Naturh. Ver. Heidelberg N. F. 1 (1915); Die Kalksinterbildungen an den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie, in Mittlg. Bad. Landesver. Naturk. Natursch. Freiburg i. Br. N. F. 1 (1922). — M. Marsson, Die Fauna und Flora des verschmutzten Wassers und ihre Beziehung zur biologischen Wasseranalyse, in Forsch.-Ber. Plön 10 (1903). — H. Miehe, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der Algensymbiose bei *Gunnera macrophylla*, in Flora 117 (1924). — H. Molisch, Botanische Beobachtungen in Japan, IX. Über die Symbiose der beiden Lebermoose *Blasia pusilla* L. und *Cavicularia densa* St. mit *Nostoc*, in Sci. Rep. Tohoku Imp. Univers. IV. Ser. Biol. Sendai I, 2 (1925). — C. Montfort, Farbe und Stoffgewinn im Meer, in Jahrb. wiss. Bot. 79 (1934). — G. Nadson, Contribution à l'étude des algues perforantes, in Bull. Ac. Sci. URSS VII. Ser. (1932). — E. Naumann, Die Sestonfärbungen des Süßwassers, mit besonderer Berücksichtigung der Vegetationsfärbungen, in Arch. f. Hydrobiol. 13 (1922); Notizen zur Biologie der Süßwasserlinsen II. Über *Paracapsa siderophila* n. g., n. sp., als Ursache einer auffälligen limnischen Eiseninkrustation, in Ark. för Bot. 18 (1924); Die Gallertbildungen des pflanzlichen Limnoplanktons, in Lunds Univ. Årsskr. N. F. 21 (1925). — F. Nováček, Epilithické sinice serpentinu mohelenských, in Arch. d. Verbandes Nat. Heimatsch. Mohelno (Brünn) (1934). — W. Nienburg, Die Besiedlung des Felsstrandes und der Klippen von Helgoland. II. Die Algen, in Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Helgoland 15 (1925). — A. Pascher, Über Symbiosen von Spaltpilzen und Flagellaten mit Blaualgen, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 32 (1914); Über das regionale Auftreten roter Organismen in Süßwasserseen, in Bot. Arch. 3 (1923); Studien über Symbiosen I. Über einige Endosymbiosen von Blaualgen in Einzellern, in Jahrb. wiss. Bot. 71 (1929). — S. Prát, The culture of calcareous Cyanophyceae, in Stud. plant. phys. Lab. Charles university Prague 3 (1925); Studie o biolithogenesi. V Praze, in Náklad. české ak. (1929) (Tschechisch ohne anderssprachige Zusammenfassung). — J. Pia, Pflanzen als Gesteinsbildner (1926); Die Kalkbildung durch Pflanzen, in Beih. Bot. Cbl. Abt. A, 52 (1934). — E. Pringsheim, Zur Physiologie der Schizophyceen, in Beitr. Biol. Pfl. 12 (1914); Zur Physiologie endophytischer Cyanophyceen, in Arch. f. Protok. 38 (1917). — M. Roberg, Die Bindung des Luftstickstoffs durch freilebende Mikroorganismen, in Forschungsdienst 2 (1936). — M. C. Sargent, Causes of color change

in blue-green algae, in Proc. Nat. Ac. Sci. USA. 20 (1934). — B. Schindler, Über den Farbenwechsel der Oscillarien, in Zeitschr. f. Bot. 5 (1913). — E. P. Susski, Die komplementäre chromatische Adaptation der *Oscillatoria Engelmanniana* Gaiduk., in Beitr. Biol. Pfl. 17 (1929). — S. Strodttmann, Die Ursache des Schwebevermögens bei den Cyanophyceen, in Biol. Cbl. 15 (1895); Die Anpassung der Cyanophyceen an das pelagische Leben, in Arch. f. Entwicklungsmech. Org. 1 (1895). — S. Thunmark, Bidrag till kännedom om recenta Kalktuffer, in Geol. Fören. Förhandl. 48 (1926). — J. Tilden, Calcareous Algae, in Index Algarum universalis (1920). — F. Ulrich, Kalkkristallbildung an Blaualgen, in Ztschr. Krystallogr. 66 (1928). — V. Vouk, Die Probleme der Biologie der Thermen, in Int. Rev. ges. Hydrob. u. Hydrogr. 11 (1923); On the origin of the Thermal Flora, in Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. 4 (1928); Über Eisenspeicherung bei Blaualgen, in Mikrochemie, Molisch Festschrift (1936). — J. Wallner, Zur Kenntnis der Kalkbildung in der Gattung *Rivularia*, in Beih. Bot. Cbl. Abt. A, 54 (1935). — A. G. Winter, Über die Assimilation des Luftstickstoffs durch endophytische Blaualgen, in Beitr. Biol. Pfl. 23 (1935). — D. Zalessky, Sur les nouvelles algues découvertes dans le Sapropélogène du lac Beloë, in Rev. gén. Bot. 38 (1926). — W. Zimmermann, Über Algenbestände aus der Tiefenzone des Bodensees. Zur Ökologie und Soziologie der Tiefseepflanzen, in Zeitschr. f. Bot. 20 (1927).

**Bau des Protoplasten<sup>1)</sup>.** Allgemeines. Der Protoplast der Blaualgen weicht in seiner Organisation grundsätzlich von allen anderen Organismen mit Ausnahme der Bakterien dadurch ab, daß an Stelle der üblichen Differenzierung in Kern und Cytoplasma mit seinen Plasten (Chromatophoren, Centrosomen usw.) eine primitivere, undifferenzierte Gliederung durchgeführt ist. Diese Gliederung besteht darin, daß ein peripherer Teil (Chromatoplasma) in den Dienst der Assimilation gestellt ist und die entsprechenden Farbstoffe führt (Chlorophyll — wahrscheinlich nur a —<sup>2)</sup>, Phykozyan, Phykoerythrin, verschiedene Karotinoide), während der übrigbleibende zentrale Abschnitt (Centroplasma) farblos ist — oder wenigstens typischerweise farblos ist — und neben trophischen Substanzen feulgenpositive, also Thymonukleinsäure enthaltende Substanzen, die Äquivalente des Chromatins der Zellkerne darstellen, enthält. Ein Zellkern als besonderes differenziertes Organell und definiert als Ansammlung von Chromosomen ist also nicht vorhanden; seine Funktionen sind gewissermaßen diffus in der Zelle verteilt.

Es ist begreiflich, daß die Frage des Vorhandenseins oder Fehlens eines Zellkerns seit langem eingehend erörtert wurde; obwohl es nicht an Angaben fehlte, die für sein Vorhandensein zu sprechen schienen, kann nunmehr die oben vertretene Auffassung als endgültig bewiesen gelten. Die Aussage, daß ein „Zellkern fehlt“, kann allerdings nicht so aufgefaßt werden, als ob der Blaualgenprotoplast einfach mit einem anderen Algenprotoplasten zu vergleichen wäre, dem man den Zellkern herausgenommen hat; es ist vielmehr die gesamte Organisation eine andere. Dies zeigt sich am auffallendsten auch darin, daß keine bestimmt geformten, individualisierten Farbstoffträger vorhanden sind, wie sie sonst allen Algen und höheren Pflanzen zukommen; wie aber in dem undifferenzierten Centroplasma eine chromatische Substanz vorkommt, die der Chromosomensubstanz eines Zellkerns chemisch zumindest sehr nahe steht, so enthält auch das Chromatoplasma die gleichen Farbstoffe wie die echten Chromatophoren anderer Organismen. Dies zeigt, daß die Blaualgen doch gewisse phylogenetische Zusammenhänge mit den übrigen Pflanzen aufweisen und daß man nicht etwa von zweierlei Pflanzenreichen zu sprechen berechtigt ist.

Die abweichende Organisation der Blaualgenzelle zeigt sich auch in der Beschaffenheit des Plasmas als solchen, das im allgemeinen steifgallertig, d. h. wasserarm ist und normalerweise keine freien Zellsafträume (Vakuolen) besitzt; daher bereitet typische Plasmolyse Schwierigkeiten und bezeichnenderweise fehlt jede Art von Plasmaströmung. Eine weitere Eigentümlichkeit der Blaualgenzelle besteht darin, daß ihre Eigenmembran nicht eigentlich ergastisch, sondern halb lebend ist und mit den Pellikulabildungen von Flagellaten und ähnlichen verglichen werden muß (Mühldorf; vgl. den nächsten Hauptabschnitt). Es fehlen schließlich auch Chondriosomen.

Das Chromatoplasma ist im Falle kugelig Zellen allseitig gleichmäßig entwickelt. In flach scheibenförmigen Zellen, die im Fadenverband stehen, ist es vorwiegend oder manchmal scheinbar ausschließlich an den Längswänden entwickelt (Fig. 1). Es erscheint

<sup>1)</sup> Ausführliche Schilderung bei Geitler l. c. 1930/1932 und 1936.

<sup>2)</sup> Nach A. Seybold, K. Egle u. W. Hülsbruch in Bot. Arch. 42 (1941) 242, wurde bei den bisher untersuchten — nicht sehr zahlreichen — Blaualgen nur diese Komponente sicher nachgewiesen.



gewöhnlich völlig homogen (Fig. 1a); manchmal läßt es sehr feine Farbstoffgrana erkennen (Fig. 1b), die wohl mit den Grana echter Plastiden zu vergleichen sind.

Im Centroplasma läßt sich regelmäßig eine bei Anwendung der Feulgenschen Nuklealreaktion positiv reagierende Chromatinsubstanz feststellen, die bald mehr körnig, bald mehr fädig oder netzförmig ausgebildet ist und allgemein als Chromidialapparat bezeichnet werden kann (Fig. 2). Die Angabe Hollandes, derzufolge der Chromidialapparat aus kleinen Einzelementen, deren jedes einem Zellkern entspräche, besteht, kann als widerlegt gelten (Gavaudan, Guilliermond)<sup>1)</sup>. Eine exakte Homologisierung irgendeiner Struktur der Blaualgenzelle mit einem Kern ist schon deshalb nicht möglich, weil eben bei den Blaualgen die Absonderung eines distinkten Kernes, dem ein Cyto-

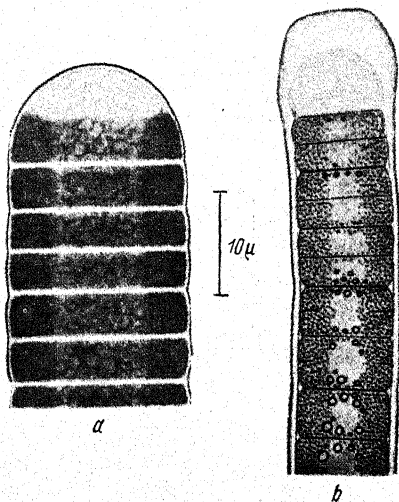


Fig. 1. Ausbildung des Chromatoplasmas. *a* frisch entstandenes Trichomende von *Oscillatoria sancta* (Kütz.) Gomont: das Chromatoplasma ist ringförmig ausgebildet (beachte die vorgewölbte Endzelle!). *b* *Tolypothrix cucullata* Jaag: das Chromatoplasma ist mit Ausnahme der Endzelle an den Längs- und an den Querwänden — hier schwächer — ausgebildet; im Gegensatz zu der homogenen Beschaffenheit in Fig. *a* läßt es Farbstoffgrana erkennen. — Nach dem Leben; nach Geitler.

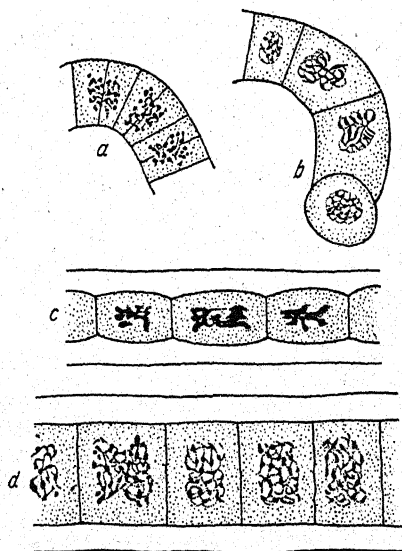


Fig. 2. Chromidialapparate von *a*, *b* *Spirulina Jenneri* (Hassall) Kütz., *c* *Tolypothrix tenuis* Kütz., *d* *Gloeotrichia intermedia* (Lemm.) Geitler; einige Zellen in Teilung! — Fixiert und gefärbt; nach Poljansky u. Petruschewsky.

plasma gegenübersteht, nicht durchgeführt ist; das Centroplasma der Blaualgenzelle enthält offenbar Kern- und Cytoplasma-Äquivalente.

Was in der lebenden Zelle zunächst am auffallendsten erscheint, sind meist stark lichtbrechende kristalloide Körnchen (Cyanophycinkörner, Ektoplasten Baumgärtels), welche vorwiegend aus Proteinen bestehen und im wesentlichen die Rolle der Reservestärke bei anderen Algen spielen; ihre Ausbildung hängt weitgehend von den Außenbedingungen ab. Ihr Entstehungsort ist anscheinend die Grenze von Chromato- und Centroplasma; bei fadenförmigen Blaualgen liegen sie oft nur an den Querwänden. Außerdem findet man in den Zellen, wenn auch in auffallenderer Ausbildung nur unter abnormen Bedingungen, Volutinkugeln („Metachromatinkörper“, „Epiplasten“). Ausnahmsweise kommen Fetttröpfchen und in den Zellen mancher Bewohner  $H_2S$ -reicher Standorte auch Schwefeltropfen vor; vereinzelt findet man auch Gipskristalle.

<sup>1)</sup> Ob sich diese Auffassung nicht vielleicht in anderer Form bewahrheiten wird, bleibt abzuwarten. Aus allgemein vererbungstheoretischen Gründen wäre durchaus zu erwarten, daß der Chromidialapparat aus bestimmten Grundelementen in konstanter Zahl besteht.



Das erste sichtbare Assimilationsprodukt ist Glykogen oder eine ihm nahestehende Substanz; es läßt sich im Chromatoplasma mikrochemisch nachweisen. Nach Baumgärtel geht es Bindungen mit Eiweißkörpern ein, wodurch Glykoproteide entstehen.

Die Färbung der lebenden Zelle hängt von dem Mengenverhältnis von Chlorophyll, den blauen oder violetten Phykozyanen, den roten Phykoerythrin und den gelben bis orangeroten Karotinoiden ab (vgl. besonders Kylin l. c. 1937). Das Auftreten der Farbstoffe ist zum Teil spezifisch — so vermögen manche Arten niemals Phykoerythrin zu bilden —, hängt im übrigen aber von den Außenbedingungen ab (vgl. den Abschnitt über Physiologie und Ökologie).

Besondere Ausgestaltungen. Im Gegensatz zur dichten Beschaffenheit des normalen Protoplasten tritt in degenerierenden Zellen eine Verflüssigung einzelner Partien ein, was zur Vakuolenbildung führt. Die Vakuolen sind anfänglich kugelig, können später zusammenfließen und nehmen schließlich fast das ganze Zellinnere ein; sie entstehen wohl allgemein im Chromatoplasma und meist an den Querwänden. Gleichzeitig erfolgt Schwund der Assimilationspigmente, die Zellen erscheinen infolge der zunächst noch erhalten bleibenden Karotinoide gelblich, später werden sie vollends farblos; auch die etwa vorhanden gewesenen Cyanophyinkörner und Volutinkörper verschwinden. Diese Vakuolisierung ist bei manchen Arten mit anatomisch komplizierter gebauten Thalli ein regelmäßiger Vorgang und ist vor allem für die Haare der Rivulariaceen und ähnliche Bildungen bezeichnend (Fig. 3, 112). Sie verläuft von einem anscheinend sehr frühen Zeitpunkt an irreversibel und führt schließlich zum Tod.

Im Unterschied zur Vakuolisierung handelt es sich im Fall der Keritomie (Wabenzerschneidung) um eine Verflüssigung des Chromato- und Centropasmas von ganz bestimmter Art, die jederzeit reversibel ist und keine Schädigung der Zelle bedeutet; *Oscillatoria*-Fäden, die zur Gänze aus keritomisch veränderten Zellen bestehen, behalten ihre normale aktive Bewegung bei. Fig. 4 zeigt das bezeichnende Aussehen des in Waben zerlegten Plasmas auf verschiedenen Stufen der Ausbildung. Keritomie kommt anscheinend nur bei *Oscillatoriaceen* und nur unter bestimmten Außenbedingungen vor<sup>1)</sup>.

Eine besonders auffallende Erscheinung ist die Gasvakuolenbildung. Es handelt sich um das Auftreten von unregelmäßigen gaserfüllten Räumen an der Grenze von Centro- und Chromatoplasma, die bei stärkerer Ausbildung das gesamte Centroplasma umhüllen (Fig. 3 b, 5); infolge des starken Lichtbrechungsunterschiedes zwischen Plasma und Gasräumen erscheinen die Zellen im durchfallenden Licht schwarz, im auffallenden infolge von Reflexion weiß bzw. entsprechend der jeweiligen Eigenfarbe der Zelle weißlich-blaugrün, weißlich-graugrün usw. Der Nachweis der Gasnatur ist vor allem Klebahn gelungen; vermutlich handelt es sich um Stickstoff<sup>2)</sup>. Lotte Canabaeus hat sich näher mit der Physiologie und Ökologie beschäftigt und kommt zu dem Schluß, daß es sich um Gärgase handelt, die sich bei Sauerstoffschwund bilden; die Grundsubstanz der Gärung

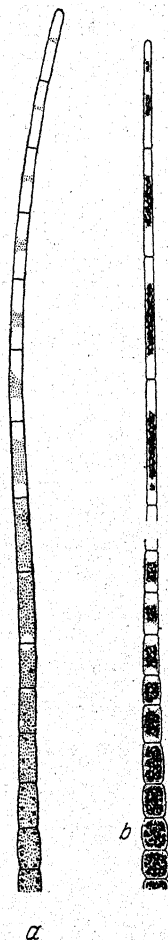


Fig. 3. Ausbildung des Protoplasten in Haaren von Rivulariaceen. *a* *Rivularia haematites* (DC.) Ag., *b* *Gloeotrichia echinulata* (J. E. Smith) P. Richt. In beiden Fällen Auftreten querwandständiger Saftvakuolen und Heranwachsen derselben gegen die Spitze zu, in *b* liegen außerdem um das Centroplasma Gasvakuolen (schwarz). — Nach dem Leben; nach Geitler.

<sup>1)</sup> Die Behauptung v. Cholnokys (l. c.), daß keritomische Zellen „nekrobiotisch“ verändert und „meist abgestorben“ sind, kann nur darauf beruhen, daß ihm geschädigtes Material vorlag.

<sup>2)</sup> Früher wurden die Gasvakuolen meist als „Pseudovakuolen“, manchmal auch als „Schwebekörper“ (Molisch) bezeichnet.

würden die Cyanophycinkörner darstellen. Tatsächlich treten Gasvakuolen oft bei Arten auf, die im Sapropel, also an sauerstoffarmen Örtlichkeiten leben; andererseits ist der Besitz von Gasvakuolen gerade für Planktonformen bezeichnend, in welchem Fall von einem Sauerstoffmangel keine Rede sein kann; es bliebe nur die unzutreffende Annahme, daß die Gasvakuolen vor dem Aufsteigen der Arten während ihres Lebens im sauerstoffarmen Tiefenschlamm entstanden sind und weiter erhalten bleiben. Jedenfalls bewirken die Gasvakuolen, wenn sie in genügender Menge gebildet sind, den Auftrieb der betreffenden Algen; die Pflanzen werden spezifisch leichter als Wasser und sammeln sich daher bei ungestörten Verhältnissen an der Oberfläche an (sog. Wasserblüten). Bemerkenswert ist, daß die Gasvakuolen im Vakuum nicht verschwinden, also besondere, außerordentlich undurchlässige Wände besitzen müssen; unter dem Deckglas lassen sie sich, ohne im Protoplasten eine Spur zu hinterlassen, durch kräftigen Druck auspressen.

„Konkavzellen“, „Spaltkörper“, „Nekriden“, „hydropische Zellen“ sind pathologisch veränderte Zellen von auffallendem Aussehen, die besonders bei Oscillatorien gelegentlich auftreten, aber keine weitere Bedeutung besitzen als die, daß nach dem

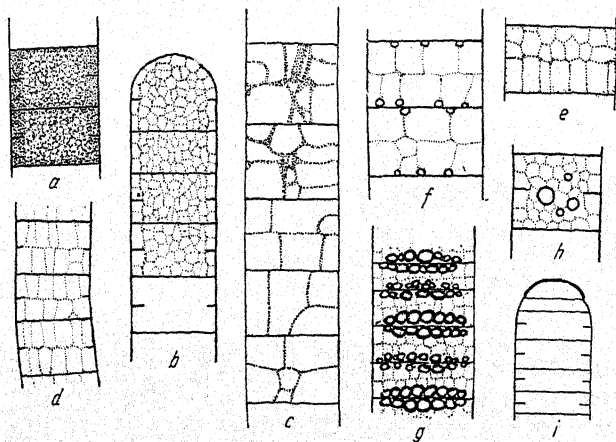


Fig. 4. Keritomie von *Oscillatoria Borneti* Zukal. a frühes Stadium, Chromato- und Centroplasma noch schwach vakuolisiert; b stärkere, c—h maximale Keritomie (in c sind die beiden oberen Zellen bei mittlerer, die drei unteren bei höherer Einstellung im Mikroskop gezeichnet, d, e gibt das Bild bei hoher, a, b, g, h bei mittlerer Einstellung wieder); in f und g sind Cyanophycinkörner, in h Volutinkörper sichtbar. — Nach dem Leben (die Teilfig. etwas verschieden stark vergr.); nach Geitler.

völligen Zugrundegehen dieser Zellen der Faden an den betreffenden Stellen auseinanderbricht. Im Fall der Konkavzellen erfolgt eine Turgordrucksenkung, welche zur Folge hat, daß die Nachbarzellen sich vorwölben und die Zelle bikonkav wird; dabei erfolgt oft eine mechanische Einengung der Farbstoffe, die Zelle wird entsprechend dunkler; vielfach wird das Plasma „glasig“, d. h. homogen und stark lichtbrechend, schließlich erscheint die Zelle als „Spaltkörper“. In anderen Fällen ergreift einzelne Zellen eine „Verflüssigungskrankheit“, sie schwellen dabei an und werden „hydropisch“; schließlich gehen sie unter Verschleimung und Farbloswerden zugrunde (Nekriden).

Die Ringschwielen stellen eine besondere Differenzierung des Chromatoplasmas bei Oscillatoriaceen dar (G. Schmid, Mühlendorf). Es handelt sich um zarte Ringleisten, die so fest mit den Längswänden verbunden sind, daß sie bei Kontraktion des Protoplasten oft an diesen haften bleiben. Sie sind in der ausgewachsenen bzw. sich teilenden Zelle in der Zweizahl, in den Tochterzellen nach der Teilung in der Einzahl vorhanden. Mühlendorf faßt sie als mechanische innere Stützen der Zellfäden auf; ebensogut können sie einfach in Beziehung zu der regelmäßigen, simultan in allen Fadenzellen ablaufenden Querteilung stehen (sie liegen in den Tochterzellen an der Stelle der später sich bildenden Membranringleiste), wozu stimmt, daß sie in den teilungsunfähigen Endzellen fehlen (vgl. dazu Fig. 4, 17).

**Vegetationsorgane<sup>1)</sup>.** Übersicht. Die einfachsten Blaualgen bringen wie viele Bakterien während ihres ganzen Lebens nur einerlei Zellen hervor; der gesamte Formwechsel erschöpft sich in der Zweiteilung; ein Unterschied zwischen vegetativen Zellen und der Vermehrung und Fortpflanzung dienenden Zellen besteht also nicht. Bei höher differenzierten einzelligen Blaualgen kommt es zeitweise zur Ausbildung besonderer Sporangien, die Endo- oder Exosporen bilden. Bei Mehrzelligkeit und besonders im Falle der Fadenbildung können Differenzierungen der vegetativen Zellen erfolgen (embryonale Zellen von Spitzenmeristemen, ruhende Zellen in älteren Teilen; besonders gestaltete basale Fußzellen und apikale Haarzellen usw.), außerdem können Sporangien auftreten, es werden Dauerzellen (Cysten) gebildet, einzelne Zellen bilden sich zu den eigenartigen Heterocysten um, andere werden zu unbeweglichen, sich ablösenden Gonidien oder zu aktiv beweglichen Planokokken, und ganze Fadenstücke können sich zu mehrzelligen Fortpflanzungsorganen, den Hormogonien und Hormocysten, umbilden. Die Mannigfaltigkeit ist also viel größer als man bis in die jüngste Zeit von den „einfachen“ Blaualgen erwartet hätte.

**Zellformen.** Die Zellformen sind durchweg sehr einfach; es handelt sich um Kugeln, Ellipsoide, an den Enden abgerundete Zylinder oder spindelartige Gebilde, die auch gebogen oder spiralisiert sein können, bzw. wenn die Zellen untereinander im Verband stehen, um aus den Raumverhältnissen folgende mechanische Zwangsformen dieser Grundtypen. Eigenwillige Zellgestalten, wie sie bei Desmidiaceen, Protococcalen oder Diatomeen vorkommen, treten nicht auf (die Gattung *Tetrapedia*, die dem zu widersprechen schien, ist auszuschließen, da sich herausgestellt hat, daß die Arten verkannte Protococcalen und Desmidiaceen sind; vgl. den Anhang zu den Chroococcaceen S. 67). Nicht selten stellt sich aber eine Polarisierung ein, wobei dann kegelige, birnförmige usw. Gestalten auftreten und sich ein Basal- und Apikalpol unterscheiden läßt; am basalen Pol können Haftscheiben einfacher Art entwickelt sein. Experimentelle Untersuchungen über das Wesen der Polarität stehen noch aus; bei den Dermocarpalen wird sie anscheinend von außen induziert.

Die Fortpflanzungszellen unterscheiden sich von den gewöhnlichen vegetativen Zellen nur graduell, d. h. in der Größe und der meist ausgeglicheneren Form. Auffallend abweichende Gestalten treten dagegen als sog. Involutionsformen der vegetativen Zellen unter abnormen Wachstumsbedingungen auf, wie sie bei hoher Salzkonzentration (z. B. in Salinen), bei intraplasmatischer Lebensweise oder dem Vorkommen in Flechtenthalli gegeben sind (Fig. 6) (vgl. L. Geitler in Öst. Bot. Ztschr. 70, 1921, 158; ebenda 84, 1935, 287; T. Hof u. P. Frémy in Rec. Trav. Bot. Néerl. 30, 1933, 140); das sonst in bezug auf die Zellachsen streng ausgerichtete Wachstum gerät in diesen Fällen gewissermaßen in Unordnung und erfolgt exzessiv unter Teilungshemmung, so daß die spezifische Zellgröße überschritten wird.

**Zellgröße.** Entsprechend den engen Beziehungen, die zwischen absoluter Größe und Organisation allgemein und besonders im mikroskopischen Bereich bestehen, ist es kein Zufall, daß die grundsätzlich einfacher als andere Algenzellen organisierten Blaualgenzellen verhältnismäßig klein sind (vgl. L. Geitler in Natur-

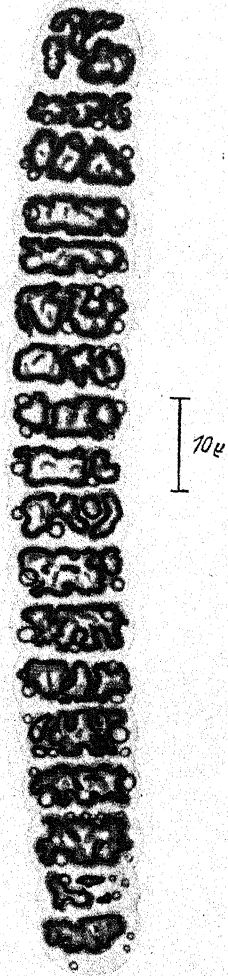


Fig. 5. Gasvakuolen in einem zur Ruhe gekommenen, bereits bescheideten Hormogonium von *Stigonema ocellatum* Thuret; kombiniertes Durchschnichts- u. Oberflächenbild. Die Gasvakuolen umhüllen das Centroplasma; in den peripheren Teilen Cyanophycinkörner; die kaum sichtbaren Querwände sind nicht dargestellt. — Nach dem Leben; nach Geitler.

<sup>1)</sup> Vgl. die ausführliche Darstellung bei L. Geitler l. c. (1936).

wiss. 1930). Sie sind nach den Bakterien die kleinsten Organismen überhaupt; Zelldurchmesser von  $0,5-1\ \mu$  sind keine Seltenheit, Werte zwischen  $1\ \mu$  und  $6\ \mu$  sind die Regel. Auffallend breite Zellen, wie die von *Lyngbya maiuscula* mit einer Breite von  $60\ \mu$ , sind sehr kurz ( $2-4\ \mu$ ). In einzelnen Fällen können allerdings auch ganz beträchtliche Volumwerte erreicht werden; so sind die ausgewachsenen Zellen von *Dermocarpa protea*  $40\ \mu$  breit und

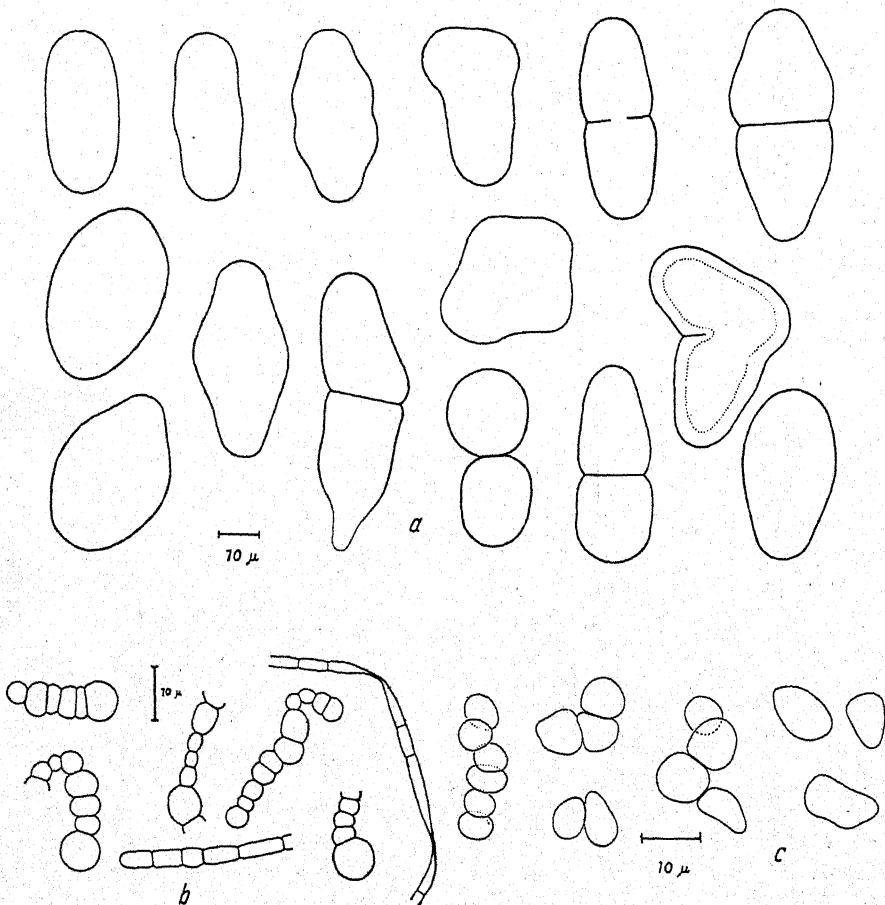


Fig. 6. Involutionformen einzelliger (a) und fadenförmiger (b, c) Blaualgen. a *Synechococcus maior* Schroeter (Membranumrisse, rechts unten auch die Grenze Chromato-Centroplasma wiedergegeben). — b *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot aus den jüngsten infizierten Teilen der Wurzelknöllchen von *Cycas circinalis*. — c *Nostoc* sp. als Gonidialnagel der Flechte *Polychidium muscicola*. — Nach dem Leben; nach Geitler.

$120\ \mu$  lang; doch handelt es sich hierbei um Zellen, die Sporangien darstellen und deren Inhalt sich durch Vielfachteilung in eine große Zahl von Endosporen zerlegt. In derartigen Fällen ist auch die ontogenetische Größenschwankung sehr beträchtlich; im übrigen ist die Größenschwankung innerhalb der durch die Teilungsfrequenz gezogenen Grenzen gering, die Zellgröße kann daher auch als wichtiges Artmerkmal verwendet werden (vgl. besonders W. B. Crowl c.).

**Membranbau.** Alle Blaualgenzellen besitzen eine sehr zarte, elastische Eigenmembran (M. Gomont in Bull. Soc. Bot. France 35, 1888, 204). Sie kann allein die Hülle

bilden oder es können durch Umbildung ihrer äußeren Teile dicke, schleimige bis festgallertige Membranen entstehen. Das Wachstum erfolgt durch Intussuszeption und Apposition (C. Correns l. c.). Das Appositionswachstum äußert sich, wie auch bei anderen Algen, meist auffallend in der Schichtung (Fig. 7).

Im Falle der Fadenbildung gibt es bei den Blaualgen zweierlei Ausbildungsformen der Membranen; sie sind für die großen systematischen Gruppen der Pleurocapsalen bzw. Hormogonalen bezeichnend. Im ersten Fall ist der Aufbau der gleiche wie bei anderen Algenfäden, jede Zelle besitzt eine gewisse Selbständigkeit und ist von einer dicken, meist geschichteten Sondermembran umgeben (Fig. 8a, b); im anderen Fall sind die Zellen nur mittels ihrer dünnen Eigenmembranen verbunden, stecken aber in einer gemeinsamen, über alle Zellen hinweglaufenden hohlzylindrischen, mehr oder weniger festen Membranscheide (Fig. 8c). Die besondere Struktur der Hormogonalfäden hat zu einer besonderen Terminologie geführt; das gesamte Gebilde wird als Faden (filamentum), die nur durch zarte Querwände verbundene „Zellreihe“ als Trichom — der Ausdruck in ganz anderem Sinn als in der Anatomie der höheren Pflanzen gebraucht — bezeichnet; also: Trichom plus Scheide ist gleich Faden, oder Faden minus Scheide ist gleich Trichom.

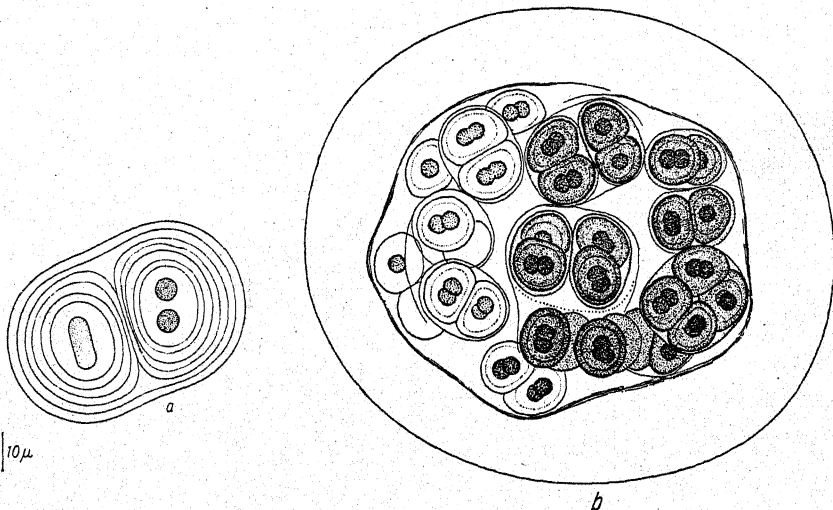


Fig. 7. Membranbau einzelliger bzw. koloniebildender Blaualgen. *a* *Gloeotheca rupestris* var. *maior* Geitl. (rechts zwei Tochterzellen in optischer Verkürzung); *b* *Gloeocapsa alpina* Näg. em. Brand; die inneren Gallerthschichten sind im Leben violett gefärbt (im rechten Teil durch Punktierung angedeutet). — *a* nach Geitler und Ruttner, *b* nach Geitler.

Die hormogonale Organisation, welche bei den meisten Blaualgen durchgeführt ist, steht mit einer bestimmten für die Blaualgen bezeichnenden Eigentümlichkeit im Zusammenhang; die Eigenmembranen, also auch die Trichommembranen, sind nicht eigentlich ergastische Gebilde, sondern gewissermaßen halblebend und können am besten mit der Pellikula mancher Flagellaten oder Amöben verglichen werden (A. Mühldorf l. c.). Die Oberfläche des Protoplasten ist mit der Eigenmembran fest verwachsen (vgl. auch v. Cholnoky l. c.). Die Trichomzellen stehen so in lebendigem Zusammenhang, und das ganze Trichom bildet nicht nur eine morphologische, sondern auch eine physiologische Einheit. Es kann aus der Scheide ausschlüpfen und selbständig als sog. Hormogonium leben. Bei pleurocapsal gebauten Fäden, die gewissermaßen eine langgestreckte Zellkolonie, aber keinen vielzelligen Organismus darstellen, ist derartiges nicht möglich.

Plasmodesmen, die man bis in die letzte Zeit als bei den Hormogonalen vorhanden annahm, sind tatsächlich nicht vorhanden; statt einzelner die Querwand durchsetzender Plasmafäden ist die Querwand selbst mehr oder weniger lebend (A. Mühldorf l. c.). Die Unterscheidung zwischen Pleurocapsalen und Hormogonalen, die bisher durch die Schlag-

worte „ohne“ oder „mit Plasmodesmen“ gekennzeichnet wurde, muß nunmehr auf Grund der fehlenden oder vorhandenen Kontinuität der Zellen bzw. der ergastischen oder belebten Natur der Querwände durchgeführt werden (L. Geitler in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 56, 1938, 163).

Zu eigenartigen Bildungen kommt es bei den Hormogonalen dadurch, daß die Trichomquerwände manchmal durch Ablagerung sekundärer Membransubstanz, und zwar gewissermaßen durch Einwachsen der Scheide zwischen die Zellen, eingengt werden, so daß tüpfelartige Gebilde entstehen; geht die Einengung sehr weit, so können die Tüpfelfüllungen unter Umständen mit Plasmafäden verwechselt werden (Plasmodesmen). Diese Ausbildung erfolgt bei anatomisch höher differenzierten Formen (z. B. bei Stigonemataceen und Verwandten) in den alten, nicht mehr teilungsfähigen Thallusabschnitten (vgl. die Bilder des speziellen Teils von *Doliocatella*, *Hapalosiphon* u. a.) und regelmäßig

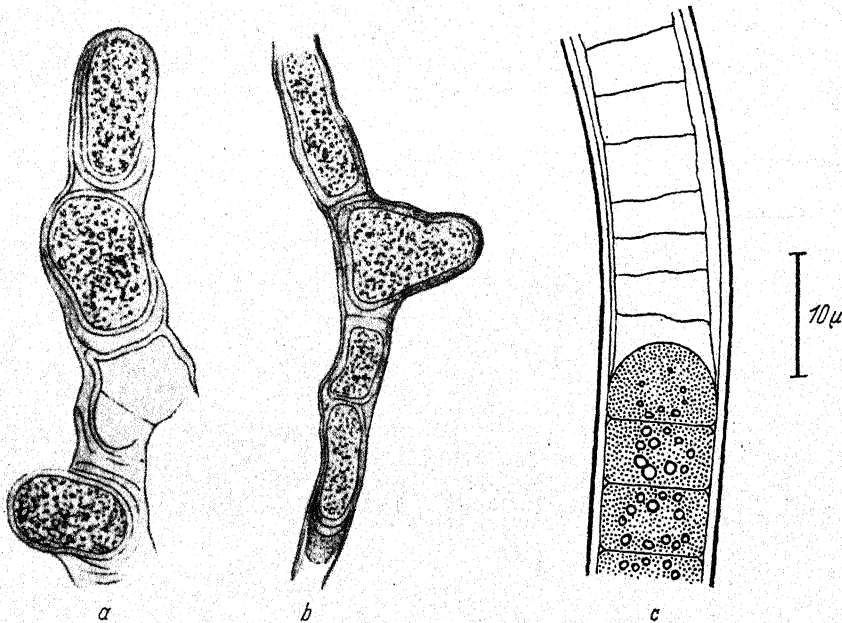


Fig. 8. Unterschied des pleurocapsalen (a, b) und hormogonales (c) Fadenbaus. a, b *Hyella caespitosa* Born. et Flah., Zellen mit dicken Sondermembranen, Faden nicht in Trichom und Scheide gegliedert. c *Tolypothrix cucullata* Jaag, Faden in Trichom und Scheide gegliedert: aus dem oberen Teil des Trichoms wurden die Protoplasten ausgedrückt, man erkennt die zarten, infolge des fehlenden Turgordrucks etwas zusammengefallenen Eigenmembranen, das gesamte Trichom hat sich von der Scheide abgehoben. — a, b 1090fach, nach Gomont, c nach Geitler.

bei der Umgestaltung einer vegetativen Zelle zu einer Heterocyste; in der Mitte der sich verdickenden Querwand bleibt hier eine tüpfelartige Ausnehmung ausgespart<sup>1)</sup> (über die Heterocysten vgl. den übernächsten Hauptabschnitt).

Die Membranen bestehen aus Pektinen oder pektinartigen Hemizellulosen; vielfach ist auch Zellulose eingelagert, so in den Querwänden von *Oscillatoria* (Ulrich l. c.) und regelmäßig in der inneren Membranschicht der Heterocysten (nicht aber in der Wand der Dauerzellen), in vielen Scheiden usw. Nach Klein (l. c.) und Payen (l. c.) sind die Membranen bemerkenswerterweise eiweißführend.

<sup>1)</sup> Die Bildungen entsprechen entwicklungsgeschichtlich nicht den Tüpfeln der höheren Pflanzen, da die sekundären Membranschichten anders als bei diesen eingelagert werden; der Kürze halber wird dennoch von ein- oder zweitüpfeligen Heterocysten gesprochen.

Die Membranen im weiteren Sinn, also alle Gallerthüllen- und Scheidenbildungen, nie aber die Eigenmembranen, sind oft gelb bis braun oder auch blau, violett bis schwarz oder rot gefärbt. Am häufigsten sind gelbe und braune Farbtöne, die auf der Einlagerung von „Seytonemin“ (Nägeli) beruhen; die anderen Farben kommen anscheinend ausschließlich bei *Gloeocapsa*, *Gloeotheca*, *Cyanodermatium*, *Porphyrosiphon* und *Schizothrix* vor; Nägeli und Schwendener (Das Mikroskop, Leipzig 1867, 507) nennen den zugrunde liegenden Farbstoff „Gloeocapsin“. Das „Seytonemin“ dürfte nach Kylin (l. c.) aus zwei Karotinoiden bestehen; über das Gloeocapsin, das offenbar auch ein Sammelbegriff ist, ist noch nichts Näheres bekannt, wie die Wandfarbstoffe der Blaualgen überhaupt erst stichprobenweise untersucht sind. — Ökologisch betrachtet steht die Pigmentierung in deutlicher Beziehung zur Lichtintensität, was schon daraus ersichtlich ist, daß

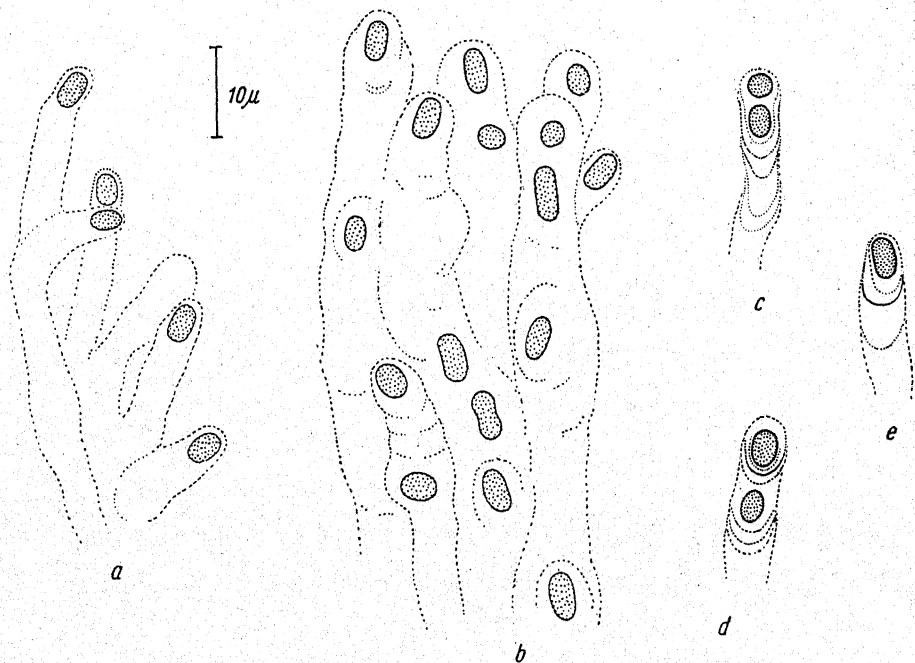


Fig. 9. *Cyanostylon cylindrocellulare* Geitl.; a, b Gallertfäden aus Kolonien im Vertikalschnitt, c—e Einzelbilder der einseitigen Hüllenbildung. — Nach Geitler und Ruttner.

vielfach Thalli oder auch einzelne Zellen nur an der Lichtseite gefärbt sind. Im übrigen besitzen nicht alle Arten die Fähigkeit der Farbstoffausbildung und die Art der Färbung ist daher vielfach systematisch bedeutungsvoll<sup>1)</sup>.

Die Membranen vieler Blaualgen verschleimen sehr leicht bzw. werden als verhältnismäßig wasserreiche Gallerte gebildet. In bestimmten Fällen erfolgt Einlagerung von Kalk, seltener auch von Eisenoxydhydrat (vgl. den Abschnitt über Ökologie).

**Thallusaufbau.** Die einfachsten Blaualgen sind im strengen Sinn einzellig, d. h. die Tochterzellen lösen sich unmittelbar nach ihrer Entstehung voneinander; wo es zu Ansammlungen mehrerer Zellen kommt, handelt es sich um rein zufällige Bildungen (*Synechocystis*, *Synechococcus*). Einen Übergang zu geregelter Koloniebildung stellen manche *Chamaesiphon*-Arten dar, bei welchen die abgelösten Exosporen sich am Rand

<sup>1)</sup> In der vorliegenden Bearbeitung wurde in den Diagnosen die häufige Braunfärbung der Membranen im allgemeinen nicht berücksichtigt, da sie kein Merkmal von größerer Bedeutung darstellt; so gibt es wohl kaum eine Gattung, in der nicht auch Arten mit braunen Membranen auftreten können.



der Membran der Mutterzelle festsetzen oder von Anfang an in gemeinsamer Gallerte zur Entwicklung kommen, wodurch bäumchenartige Kolonien entstehen.

Geregelte Koloniebildung kommt dadurch zustande, daß die Tochterzellen von der Membran der Mutterzelle, die unter mehr oder weniger starker Verschleimung und Dehnung eine Zeitlang mitwächst, zusammengehalten werden. Die Teilungen erfolgen in dieser Weise endogen, die Membranen der Zellgenerationen werden ineinandergeschachtelt und bleiben, wenn keine völlige Verschleimung erfolgt, als solche erkennbar (Fig. 7). Je nachdem ob die Teilungsrichtung nach bestimmten Raumrichtungen und in bestimmtem Wechsel erfolgt oder nicht, entstehen regelmäßig oder unregelmäßig gebaute Kolonien; die Regelmäßigkeit kann allerdings auch durch nachträgliche Verschiebungen der Tochterzellen verwischt werden. Beispiele für ganz gesetzmäßig aufgebaute Kolonien sind *Eucapsis* und *Merismopedia*, wo die Zellen infolge eines regelmäßigen Wechsels der Teilungsebenen nach drei bzw. zwei Raumrichtungen in Längs- und Querreihen liegen und würfelige oder rechteckige Kolonien bilden. Dazu kommt, daß häufig zwei oder drei Teilungen, deren Ebenen senkrecht aufeinander stehen, schnell nacheinander ablaufen, so daß sich quadratische oder kubische Zellgruppen bilden, die von der Mutterzellwand umhüllt sind. Es entstehen dadurch Bildungen, die weitgehend mit der Koloniebildung durch Autosporenbildung der Protococcalen vergleichbar sind; so entspricht *Merismopedia* der Protococcale *Crucigenia*, *Marssoniella* der Protococcale *Gloeactinium*, *Gomphosphaeria* *Dictyosphaerium* usw. Durch einseitig geförderte Membranbildung bei gleichbleibender Teilungsrichtung können auch fadenartige Kolonien entstehen (Fig. 9), die im Aufbau etwa den Kolonien der Grünalge *Prasinocladus* entsprechen.

Zwischen kolonialem Wachstum und Fadenbildung gibt es Übergänge unter den Entophysalidaceen. So ist *Entophysalis* im Grunde genommen eine *Gloeocapsa*, welche eine bevorzugte Teilungsrichtung besitzt, so daß die Zellen bzw. Teilkolonien in Reihen zu liegen kommen. Diese Reihen stehen senkrecht auf dem Substrat, und es macht sich bereits auf dieser primitiven Stufe die bei höher differenzierten Formen häufig durchgeführte Gliederung in einen basalen Thallusabschnitt (Sohle) und in aufrechte Fäden geltend.

Echte Fadenbildung tritt zuerst auf der Höhe der pleurocapsalen Organisation auf. Jede Zelle ist hier von einer dicken Eigenwand umgeben, ohne daß an den Querwänden ein enger Kontakt der Zellen wie bei den hormogonalen Fäden vorhanden wäre (vgl. S. 11). In diesem Sinn müssen solche Fäden als extreme koloniale Verbände aufgefaßt werden. Sie besitzen andererseits typisches Spitzenwachstum, oft regelmäßig dichotome oder seitliche Verzweigung, so daß ihre Fadennatur nicht in Zweifel gezogen werden kann. Gerade unter den Scopolonemataceen finden sich zum Teil anatomisch hoch differenzierte Thalli, vor allem solche, welche in Kriechfäden oder Sohle und in aufrechte Fäden, die an ihrem Scheitel Sporangien bilden, gegliedert sind (vgl. die Fig. des speziellen Teils).



Fig. 10. *Stigonema mamillosum* (Lyngb.) Ag. Fadenende mit Scheitelzelle und alter Fadenabschnitt; Exemplar mit stark pigmentierten (braunen) Membranhüllen. — Nach Geitler.





Fig. 11. Gallertthallus von *Nostochopsis lobatus* Wood em. Geitl. Links Thallus in nat. Gr. auf einem Moosstämmchen, rechts ein Teil im Vertikalschnitt. — Etwa 300fach, nach Bornet und Grunow.

Die pleurocapsalen Fäden können im übrigen auch infolge von Längsteilungen mehrreihig werden. Das äußere Aussehen der Thalli ist meist unscheinbar; es handelt sich in der Regel um krusten- oder polsterförmige Bildungen, in welchen die Fäden seitlich miteinander kongenital verwachsen sind.

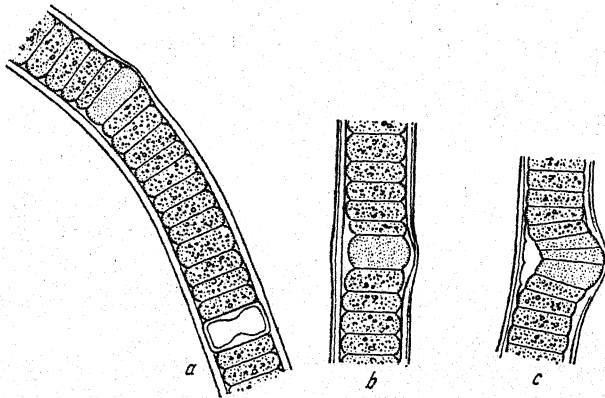


Fig. 12a—c. Beginn der Scheinastbildung (Schlingenbildung) von *Scytonema Millei* Born. — Nach Geitler.

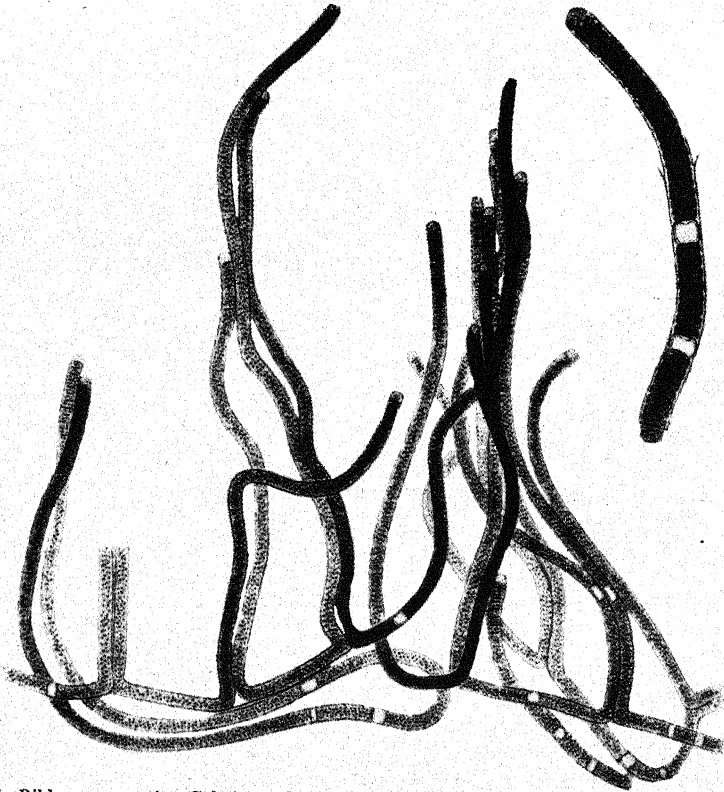


Fig. 12d. Bildung paarweiser Scheinäste bei *Scytonema Hofmanni* Ag. Rechts unten ist eine junge, am Scheitel noch nicht aufgerissene Schlinge sichtbar; 330fach; rechts oben, stärker vergrößert, ein austreibendes Hormogonium. — Nach Bornet und Thuret.

Eine andere Art der Fadenbildung kennzeichnet die hormogonale Organisation (Differenzierung in Trichom und Scheide, vgl. S. 11). Die Mannigfaltigkeit ist sehr groß; es gibt ganz einfach gebaute Thalli, die aus unverzweigten, einreihigen, freien Fäden bestehen (*Oscillatoriaceae*), und alle Übergänge zu hochdifferenzierten Thalli mit bestimmtem Verzweigungssystem und gesetzmäßigem Aufbau. Die letzteren schließen zwanglos an die pleurocapsalen Thalli an und sind wohl die phylogenetisch ursprünglicheren, während die einfachen als sekundär vereinfacht erscheinen. Die „Einfachheit“ besteht im wesentlichen darin, daß das Hormogonium-Stadium als Hauptphase des vegetativen Lebens festgehalten wird.

Ein gemeinsames Merkmal der hormogonalen Organisation liegt im übrigen darin, daß die Endosporenbildung verlorengegangen ist; bei ähnlicher Thallusbildung wie bei den Pleurocapsaceen stehen an den Enden aufrechter Fäden keine Sporangien, sondern Meristeme, aus welchen Hormogonien gebildet werden. Solche Parallelformen zu den Pleurocapsalen stellen die Stigonemataceen und verwandte Formen dar. Vielfach kommt es hier zur Bildung makroskopisch auffallend langer, mehrreihiger, verzweigter Fäden, die äußerlich an manche Bangiaceen erinnern und früher auch mit solchen verwechselt wurden (Fig. 10). In der Regel ist Scheitelzellwachstum vorhanden. In den alten Thallusabschnitten werden Dauerzellen gebildet. Das äußere Aussehen des Thallus ist meist rasenförmig, manchmal sind die aufrechten Fäden zu Bündeln verklebt oder auch kongenital verwachsen, Sohlenbildungen sind häufig. Bei *Nostochopsis* liegen die Fäden in gemeinsamer Gallerte eingebettet (Fig. 11).

Im Unterschied zu solchen an die Pleurocapsalen anschließenden Typen tritt bei den Scytonemataceen und ähnlichen an Stelle der „echten“ Verzweigung die sog. Scheinverzweigung: während die „echte“ Verzweigung der Pleurocapsalen, Stigonemataceen usw. auf einem Wechsel in der Teilungsrichtung beruht und auf die Tätigkeit einer Zelle zurückgeht, entsteht die Scheinverzweigung durch seitliches Ausbiegen des Trichoms. Dies kann sich als Schlingenbildung abspielen, beim Durchreißen der Schlinge sind dann paarweise Scheinäste vorhanden (Fig. 12); oder es kann das Trichom des Hauptfadens unterbrochen werden und das eine Ende seitlich auswachsen (vgl. im übrigen die Familieneinleitungen). Bei den Mastigocladaceen (vgl. diese) findet sich eine besondere Modifikation der Scheinverzweigung. Übergänge zwischen „echter“ und Scheinverzweigung sind bei den Borzinemataceen vorhanden.

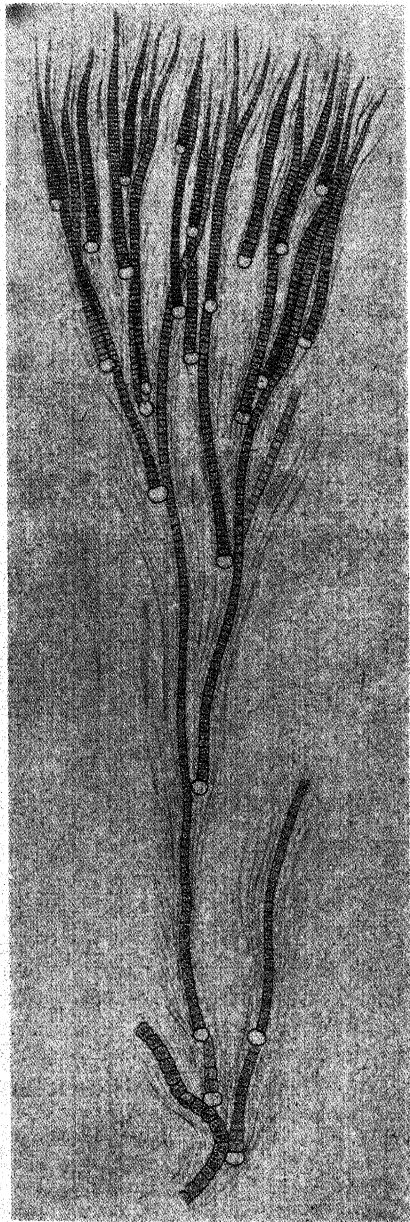


Fig. 13. Teil eines Vertikalschnittes durch den Gallertthallus von *Rivularia polyotis* (Ag.) Born. et Flah. — 160fach, nach Bornet und Thuret.

Bei den Rivulariaceen und in einigen anderen Fällen tritt eine auffallende Differenzierung des Fadens in Spitze und Basis ein: der Spitzenteil des Trichoms bildet sich zu einem „Haar“ um, d. h. die Zellen verlängern und verschmälern sich, werden vakuolisiert und farblos und gehen schließlich zugrunde, wonach das Haar abgestoßen wird. Die Teilungszone des Trichoms befindet sich in diesem Falle unterhalb des Haares, das Wachstum ist trichothallisch. Kombiniert mit einseitiger Scheinastbildung und Vergallertung der Scheiden entstehen vielfach auffallende Thalli (Fig. 13). Durch jahreszeitlich bedingte rhythmische Wachstumsvorgänge (verschiedene Konsistenz und Färbung der Scheiden und verschiedene Intensität der Kalkeinlagerung) kommt es zur Bildung gezonter Thalli (Fig. 14).

Im Unterschied zu den bisher behandelten Hormogonalen erfolgt das Wachstum der Nostocaceen und Oscillatoriaceen typisch interkalar, d. h. alle vegetativen Zellen des Trichoms sind gleichwertig. Nur die Endzellen machen manchmal, so besonders bei Oscillatoriaceen, eine Ausnahme, indem sie frühzeitig ihre Teilungsfähigkeit verlieren,

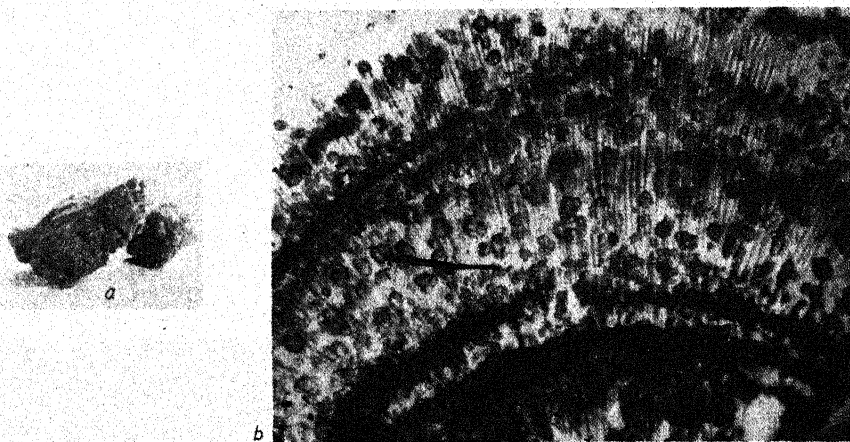


Fig. 14. Kalkfällung im Gallerthallus von *Rivularia haematites* (DC.) Ag. a Thallus in natürlicher Größe, angeschnitten, um die konzentrische, jahreszeitliche Schichtung im Innern zu zeigen. b Vertikalschnitt bei schwacher Vergrößerung. — Phot. Krawany, aus V. Brehm, Einf. in die Limnologie.

sich verlängern und verjüngen und schließlich absterben. Bei diesen Formen fehlen auch Verzweigungen — abgesehen davon, daß sich aus mehreren verklebten Fäden bestehende Fadenbündel mehr oder weniger zufällig zerteilen können —, und der Gesamtaufbau ist sehr einfach. Das äußere Aussehen ist rasenförmig, flockenförmig, büschelig oder auch ganz unregelmäßig; bei *Nostoc*, weniger auffällig auch in einigen anderen Fällen, kommt es allerdings dadurch zu eigenwilligeren Thallusformen, daß die in gemeinsamer Scheidengallerte liegenden Fäden bestimmte Wachstumsrichtungen bevorzugen; die oft mehrere Zentimeter großen Gallertlager erhalten daher ein bestimmtes, für die Art bezeichnendes kugeliges, höckeriges, hautartiges, fadenförmiges, lappiges usw. Aussehen (Fig. 15)<sup>1)</sup>.

**Fortpflanzungsverhältnisse und Entwicklungsgeschichte.** Teilung und Wachstum. Der Grundvorgang der Fortpflanzung ist wie bei allen Organismen die äquale Zweiteilung; die Tochterzellen wachsen nach ihrer Entstehung wieder zur ursprünglichen Größe heran, wonach sich wieder eine Teilung abspielen kann. Dieses Schema ist etwa bei *Synechocystis* und ähnlichen verwirklicht (Fig. 16). Sind die Zellen von dicken Membranen umhüllt, so beteiligen sich die äußeren Schichten nicht an der Teilung, und es kommt im Lauf mehrerer Teilungen zu der schon erwähnten Ineinanderschachtelung

<sup>1)</sup> Über die feinere Differenzierung der Trichome der unverzweigten Formen, den inneren Spiralbau der Protoplasten u. a. m. vgl. L. Geitler l. c. (1936) und die Einleitung zu den Oscillatoriaceen.

von Membranhüllen, wie sie bei den meisten Chroococcalen zu sehen ist. Die Teilung selbst erfolgt zentripetal, läßt sich also in diesem Sinne als Furchung bezeichnen. Sie ist, soweit bekannt, immer mit Membranbildung verbunden. Die junge Querwand erscheint

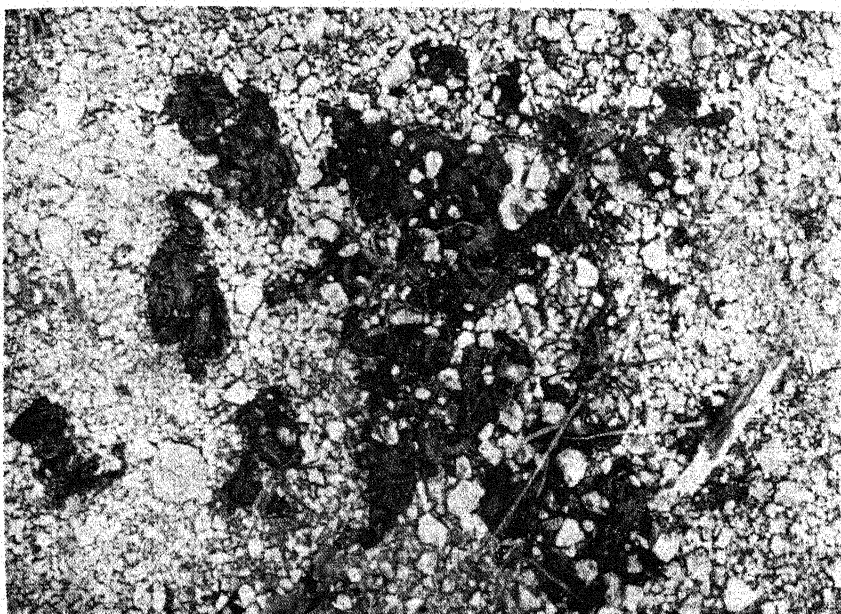


Fig. 15. Nach Regen aufgequollene Gallertlager von *Nostoc commune* Vauch. auf einem mit Kies bestreuten Weg in nat. Gr. — Nach Geitler.

als Ringleiste, die sich im weiteren Verlauf irisblendenartig schließt. Das Chromatoplasma wächst der Ringleiste voraus, die Durchschnürung unter Wandbildung ist also ein aktiver Vorgang des Protoplasten und es wird nicht etwa der Protoplast von der sich schließenden Querwand „durchgeschnitten“<sup>1)</sup>.

Ein Anzeichen der primitiven Organisation der Blaualgenzelle besteht darin, daß eine neue Teilung einsetzen kann, bevor die vorhergehende zu Ende geführt ist; bei hoher Teilungsfrequenz kann sogar die übernächste Teilung beginnen, bevor die erste beendet ist (Fig. 17). Ein derartiges Verhalten ist bei kernführenden Organismen ausgeschlossen.

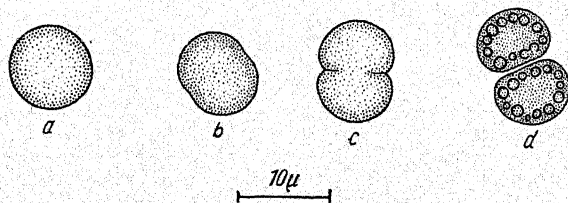


Fig. 16. Aufeinanderfolgende Stadien der Zellteilung von *Synechocystis crassa* var. *maior* Geitl.; in *d* sind Cyanophycinkörner eingezeichnet. — Nach Geitler und Ruttner.

<sup>1)</sup> Die feineren Vorgänge bei der Querwandbildung hat vor allem A. Mühldorf (l. c.) eingehend untersucht. Er gelangt dabei zu dem Ergebnis, daß meine theoretische Deutung, derzufolge die primäre Querwand eine Einfaltung, also der Anlage nach doppelt wäre, unzutreffend ist; vielmehr ist die Querwandanlage wie bei den höheren Pflanzen einfach; erst nachträglich kann sie sich „spalten“.



In solchen extremen Fällen erfolgen Wachstum und Teilung gleichzeitig; im allgemeinen ist aber, wie bei kernführenden Organismen, ein Wechsel zwischen Wachstum und Teilung vorhanden, wobei zu unterscheiden ist zwischen gewöhnlicher Zweiteilung, bei welcher auf einen bestimmten Zuwachs eine Teilung, auf diese wieder Zuwachs bis zur ursprünglichen Größe usw. erfolgt, und Vielfachteilung, wo zunächst exzessives

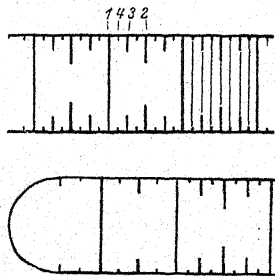


Fig. 17. Schema der Zellteilung von *Oscillatoria Borneti* Zukal. Oben mittlerer Teil eines Trichoms in hoher Teilungsfrequenz, unten Trichomende; die Querwände bzw. Querwandanlagen sind im optischen Schnitt, zum Teil (oben) auch im Oberflächenbild dargestellt; die Ziffern 1–4 deuten das Alter der Querwände an. — Nach Geitler.

Wachstum eintritt und hierauf mehrere Teilungen ohne Wachstum zwischen den Teilungsschritten ablaufen (Nannocyten- und Endosporenbildung; vgl. weiter unten).

Bei manchen Blaualgen erfolgt ein regelmäßiger Wechsel der Teilungsrichtung. Je nachdem, ob sich dieser Wechsel nach zwei oder drei Raumrichtungen abspielt, entstehen Vierer- oder Achtergruppen von Tochterzellen bzw. aus solchen zusammengesetzte Kolonien (*Merismopedia*, *Eucapsis*, *Chroococcus*, Fig. 18). Typisch ist vielfach ein Rhythmus zwischen zwei oder drei Teilungen ohne nennenswertes Wachstum und darauf folgendes Heranwachsen der vier oder acht Tochterzellen ohne Teilung (vgl. im übrigen L. Geitler l. c. 1936).

Nannocyten. Unter bestimmten Umständen kann bei Arten, die sich gewöhnlich durch einfache Zweiteilung fortpflanzen, die Teilungsfrequenz so weit gesteigert werden, daß Zerlegung einer Mutterzelle in eine große Zahl abnorm kleiner Zellen, der Nannocyten, eintritt (Fig. 19). Es erfolgt dabei kein normales Wachstum zwischen den Teilungen; die Zellen werden daher im Verlauf der Teilungen immer kleiner. Bei Arten mit ausgesprochener Längsachse kann der Habitus stark verändert werden (Fig. 19). Die Nannocyten können sich bei Erhaltenbleiben der entsprechenden Außenbedingungen weiter durch Zweiteilung vermehren und ihre geringe Größe beibehalten; oder sie können wieder zu der für die Art im allgemeinen bezeichnenden Größe heranwachsen. In manchen Fällen bilden sich in der Membran der Mutterzelle besondere verschleimende Austrittsstellen, durch welche die Nannocyten frei werden (*Aphanothece bulbosa* var. *major*, vgl. L. Geitler l. c. 1936, 47, Abb. 35, 36). Dieses Verhalten leitet zu der Endosporenbildung über, zu welcher — wie nach der anderen Richtung zur gewöhnlichen Zweiteilung — alle Übergänge vorkommen.

Endosporenbildung. Die Endosporenbildung besteht darin, daß eine Zelle heranwächst und hierauf unter Teilung ohne Wachstum ihren Inhalt in eine größere Zahl von

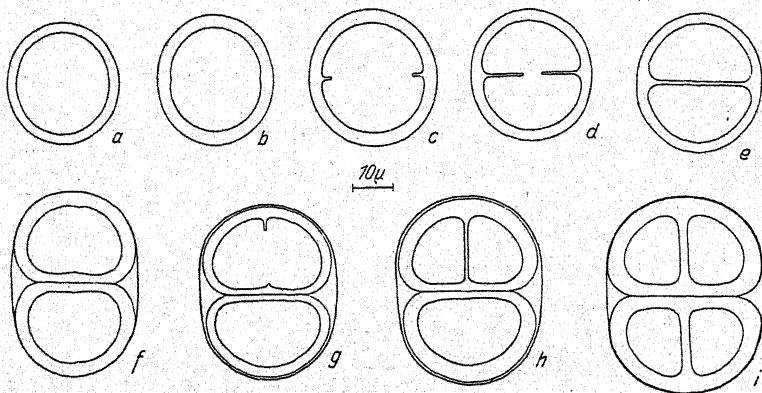


Fig. 18. Aufeinanderfolgende Stadien der Zellteilung und Koloniebildung von *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg. Die innersten Linien bezeichnen die Oberfläche des Protoplasten. — Nach dem Leben; nach Geitler.

kleinen Tochterzellen zerlegt, die dann durch Aufreißen oder Verschleimung der Mutterzellmembran frei werden (Fig. 20)<sup>1</sup>). In manchen Fällen ist dies der einzige Formwechsel, dessen die Pflanze fähig ist (Dermocarpaceen), es herrscht dann eine völlige Parallele zu den autosporinen Protococcalen; in anderen Fällen ist die Pflanze außerdem gewöhnlicher Zweiteilung fähig. Bei vielzelligen, also vegetativer Zweiteilung fähigen Formen

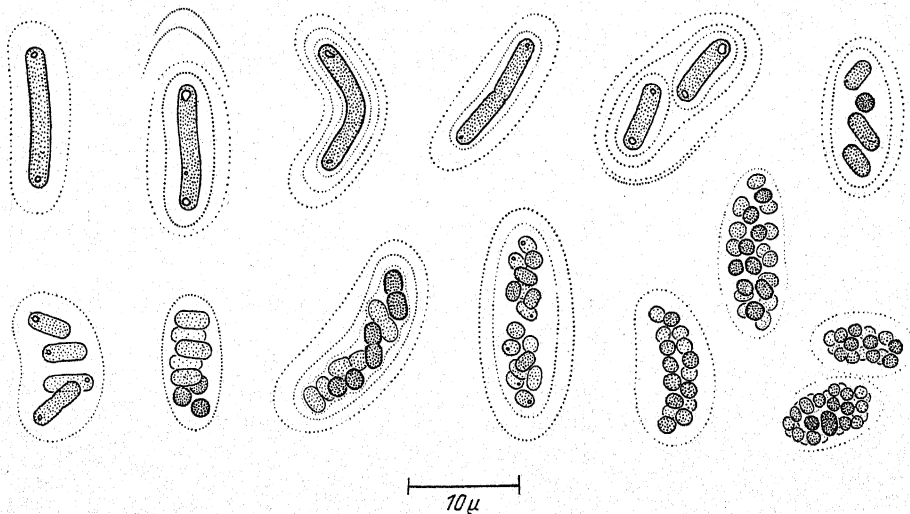


Fig. 19. Zweiteilung und Nannocystenbildung von *Aphanothece caldarium* P. Richt. — Nach dem Leben; nach Geitler.

unterscheiden sich die Endosporangien in der Regel durch ihre bedeutende Größe von den vegetativen Zellen und treten an bestimmten Stellen des Thallus auf (vgl. den Speziellen Teil). Zwischen Endosporenbildung und vegetativer Zweiteilung können Übergänge vorkommen; die Endosporenbildung geht in Zweiteilung über, wenn die Zahl der Endosporen je Sporangium auf zwei sinkt (vgl. A. Pascher l. c. und das in der Einleitung zu *Pascheri-*

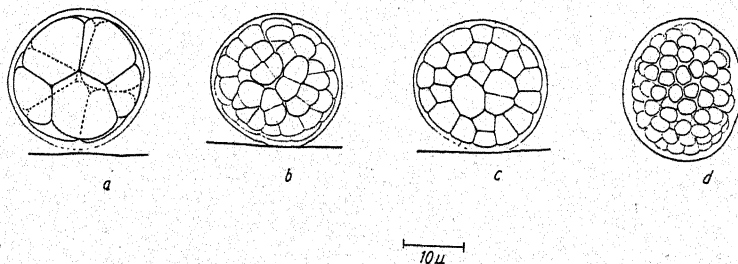


Fig. 20. Mittlere und späte Stadien der Endosporenbildung von *Dermocarpa xenococcoides* Geitl.; b und c dasselbe Endosporangium im Oberflächenbild und im optischen Schnitt. — Nach Geitler und Ruttner.

*nema* = *Endonema* Gesagte). Die Endosporen sind wohl immer von einer dünnen Eigenmembran umgeben. Sie entwickeln sich ohne Ruheperiode weiter.

**Exosporenbildung.** Bei *Chamaesiphon* wachsen die polarisierten Zellen zunächst ohne Teilung heran und schnüren dann unter Aufreißen der Mutterzellwand am Scheitel

<sup>1</sup>) Die Teilungen erfolgen anscheinend immer sukzedan, aber manchmal so rasch, daß Simultanie vorgetauscht werden kann; in diesem Sinn sind wohl die Angaben Setchells und Gardners (l. c.) über „simultane“ Endosporenbildung bei marinen Dermocarpaceen aufzufassen.

in basipetaler Reihenfolge kleine Zellen, die Exosporen ab (vgl. die Abbildungen des Speziellen Teils). Der Vorgang erinnert äußerlich an die Konidienbildung von *Penicillium* und ähnlichen Schimmelpilzen. Die Exosporangien sind den Endosporangien, die Exosporen den Endosporen homolog, und es finden sich dementsprechend zahlreiche Übergänge (L. Geitler l. c. 1925 und 1936; vgl. auch den Speziellen Teil): die Exosporenbildung ist im wesentlichen eine Folge der extremen Polarisierung. Bei Zurücktreten der Polarisierung und Sinken der Zahl der Exosporen auf zwei kann die Exosporenbildung in gewöhnliche Zweiteilung übergehen; es entstehen dann Thalli, die äußerlich betrachtet große Ähnlichkeit mit Chroococcaceen zeigen (*Chamaesiphon* Sektion *Godlewskia*).

Gonidien und Planokokken. Mit dem mißverständlichen Ausdruck Gonidien bezeichnet man einzelne Zellen, die durch Fragmentation vielzelliger Thalli, bzw. durch Loslösung vom Thallus entstehen und nicht das Ergebnis besonderer Teilungsvorgänge sind. Vielfach handelt es sich wohl um mehr zufällige Abläufe, in anderen Fällen ist die Bildung vielleicht geregelt.

Planokokken entstehen wie die Gonidien, unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, daß sie aktiv beweglich sind (Borzi l. c. 1914). Die Bewegung ist unruhig-taumelig und ziemlich langsam; da Geißeln als Bewegungsursache nicht in Frage kommen, handelt es sich wohl um Quellung ausgeschiedenen Schleims. Die Bildung erfolgt manchmal anscheinend ziemlich regelmäßig, so bei *Desmosiphon*, wo die Endzellen der aufrechten Fäden aus der Scheide treten und offenbar die normalen Fortpflanzungsorgane darstellen.

Wie die Planokokken sind wohl auch Endosporen und Exosporen wenigstens manchmal aktiv beweglich; die aktive Beweglichkeit wurde bisher erst bei *Pascherinema* (= *Endonema*) festgestellt, bei anderen Formen fehlen noch eigens darauf gerichtete Untersuchungen. In der gleichen Art aktiv beweglich sind auch manche einzellige Chroococcaceen, im besonderen *Synechococcus* (J. B. Perfiljew in Journ. Microbiol. 2 (1915); A. A. Elenkin in Not. syst. Inst. Horti Bot. Petropol. 2 (1923); L. Geitler l. c. 1936; H. Skuja in Acta Horti Bot. Univ. Lat. XI/XII (1939); R. Königsser in Journ. Bot. URSS 17, 1932, 379—382).

Dauerzellen („Sporen“ der älteren Autoren). — Einige Chroococcalen und viele Hormogonalen haben die Fähigkeit, unter entsprechenden Außenumständen, vor allem Nährsalzmangel (K. Gladel l. c., R. Harder l. c.), einzelne Zellen unmittelbar zu Dauerzellen umzubilden. Die Umbildung erfolgt unter Schwund der Assimilationspigmente, sowie unter Reservestoffspeicherung, Vergrößerung und Ausbildung einer dicken, widerstandsfähigen Membran, die wohl immer mehr-

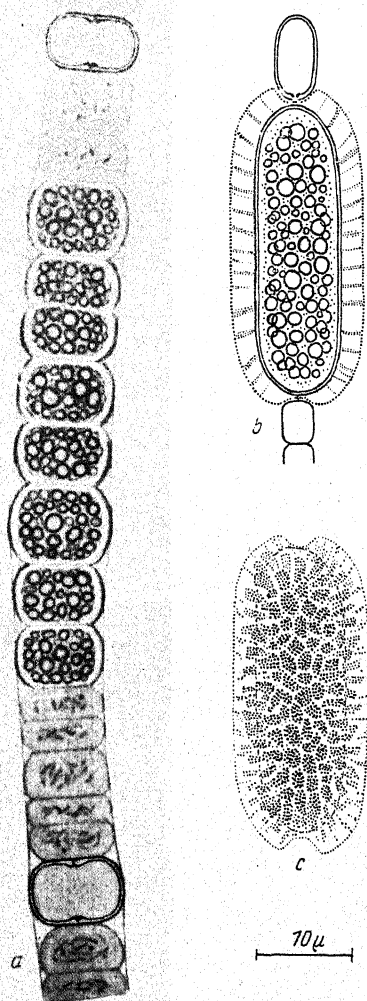


Fig. 21. *a* Dauerzellen von *Nodularia spumigena* Mertens (beachte das verschiedene Aussehen infolge der Entstehung aus vegetativen Zellen, die sich vor oder nach der Teilung befanden); die Dauerzellen sind durch einige vegetative Zellen von den Heterocysten — je eine oben und unten im Bild — getrennt. *b* Dauerzelle neben einer terminalen Heterocyste am Trichomende von *Cylindrospermum alatosporum* F. E. Fritsch im optischen Längsschnitt; *c* Dauerzelle derselben Art im Oberflächenbild. — *a* Orig., *b*, *c* nach Geitler.



schichtig und typischerweise allseitig geschlossen ist; der enge Zusammenhang der hormogonalen Zellen an den Querwänden wird dabei aufgehoben, die reifen Dauerzellen isolieren sich. Die Wand entspricht größtenteils der Scheidensubstanz (F. E. Fritsch l. c.). Durch ihre bedeutende Größe und die oft warzige oder fast stachelige Oberfläche werden die Dauerzellen vielfach sehr auffallend (Fig. 21).

Bei den Chroococcalen und bei manchen Hormogonalen (*Nostoc*, *Anabaena*-Arten) wandeln sich sämtliche vegetative Zellen in Dauerzellen um; bei anderen Anabaenen und bei *Cylindrospermum* entstehen die Dauerzellen nur aus den Nachbarzellen der Heterocysten, bei den Rivulariaceen liegen sie gleichzeitig an der Fadenbasis; wieder bei anderen Anabaenen, bei *Anabaenopsis* und bei *Nodularia* entstehen die Dauerzellen dagegen in der Regel von den Heterocysten entfernt. Je geringer die Zahl der Dauerzellen je Trichom oder Trichomabschnitt ist, desto bedeutender ist ihre Größe. Die offenbar vorhandenen physiologischen Beziehungen, die dem verschiedenen Verhalten zugrunde liegen, sind noch nicht näher erforscht.

Die Keimung (Borzi, Bornet und Thuret, Glade, Harder [1917, 1918], Geitler) erfolgt unter Sprengung oder mehr oder weniger weitgehender Verschleimung der Wand. Der Keimling kann die Hülle ungeteilt verlassen oder sich noch vor der endgültigen Öffnung der Wand teilen. Vielfach sind die Keimlinge als Hormogonien ausgebildet. Die aus sehr großen Dauerzellen hervorgehenden Keimlinge haben zunächst eine für die Art überrnormale Zellgröße; sie wird durch Teilung ohne nennenswertes Wachstum bald „herabreguliert“; die ersten Teilungen verlaufen dementsprechend — günstige Bedingungen vorausgesetzt — sehr schnell; so beobachtete Harder (1918), daß einen Tag alte Keimlinge von *Cylindrospermum* fünfzehn- bis zwanzigzellig waren.

Nach Glade und Harder sind für die Keimung außer Wasser Mineralsalze und Licht, das sich aber durch organische Ernährung ersetzen läßt, nötig; eine Ruheperiode braucht nicht stattzufinden. Wie lange und unter welchen Bedingungen Dauerzellen keimfähig bleiben, ist auf breiterer Basis noch zu untersuchen; nach B. Muriel Bristol (in New Phytol. 18, 1919, 107) sollen 70 Jahre alte Dauerzellen noch keimen (?).

Hormocysten (inkl. Hormosporen). — Die Hormocysten (Borzi l. c. 1914) stellen mehrzellige Fadenabschnitte dar, die sich zu Dauerorganen, also gewissermaßen zu „Sammeldauerzellen“ umgebildet haben. Sie finden sich bei einigen Hormogonalen (*Leptopogon*, *Westiella* u. a.), entstehen terminal oder interkalar, sind wenigzellig, fallen nach der Fertigstellung meist ab und können unter günstigen Außenbedingungen wieder austreiben; aus einer Hormocyste entsteht ein einziger Keimling, d. h. das Trichom als solches wächst einfach weiter (Fig. 80 f, 81).

Heterocysten (Grenzzenellen der älteren Autoren). Bei den meisten Hormogonalen finden sich regelmäßig bestimmte Zellen, die durch eine besondere Art der Umbildung aus vegetativen Zellen entstehen. Die Entwicklung dieser Heterocysten erfolgt ähnlich wie im Fall der Dauerzellen unter Vergrößerung, Schwund der Assimilationspigmente und Membranverdickung. Es tritt aber keine Reservestoffspeicherung ein und der Inhalt stirbt schließlich normaler Weise ab. Im Unterschied zu den Dauerzellen werden die neugebildeten Membranschichten nicht allseitig geschlossen, sondern bleiben an den Querwänden, bzw. bei terminaler Stellung an der Querwand offen; die primäre Wand (Eigenmembran) wird hier bis auf eine kleine zentrale Stelle eingeeengt, die vielfach so eng wird, daß sie als kaum sichtbarer „Kanal“ erscheint (Fig. 21 a, b, 22 i u. a.). In der Umgebung des Kanals wird die Membran oft aufgewallt, so daß eine lokale knopfartige Membranverdickung zustande kommt. Diese Stellen werden „Poren“ oder „Tüpfel“ genannt; von den Tüpfeln der höheren Pflanzen unterscheiden sie sich dadurch, daß die sekundären Wandschichten (die der Scheide entsprechen) nicht innen, sondern außen angelagert werden. Die Heterocystenwand ist im übrigen, abgesehen von der Eigenmembran des Protoplasten, immer zweischichtig, die innere Schicht besteht aus Zellulose, die äußere aus Pektinen (F. Brand in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 19, 1901, 152; L. Geitler l. c. 1921; G. Klein l. c.; F. Kohl l. c.; A. Mühlendorf l. c., daselbst die ältere Lit.).

Die Bildung der Heterocysten erscheint im allgemeinen ziemlich unabhängig von den Außenbedingungen (doch gibt es Ausnahmen; vgl. z. B. *Aphanizomenon*). Als allgemeine Regel kann gelten, daß sie einzeln und in gewissen Abständen im Trichom entstehen; an den Seiten dieser primären Heterocysten können sich nacheinander weitere (sekundäre)

Heterocysten bilden. Bei *Anabaenopsis* entstehen dagegen die Heterocysten entgegen der Regel paarweise aus einer auffallend kleinen Mutterzelle (Fig. 126).

Der Stellung nach sind terminale und interkalare Heterocysten zu unterscheiden. Im ersten Fall ist nur ein „Tüpfelkanal“ vorhanden, im anderen sind zwei ausgebildet; sekundäre Heterocysten bilden an der der primären (abgestorbenen) Heterocyste zugekehrten Seite keinen Tüpfel; das gleiche gilt für Heterocysten, die neben anderen zugrunde gegangenen Zellen im Trichomverlauf entstehen. Im Fall der terminalen („eintüpfeligen“ oder „einporigen“) Heterocysten kann die Stellung basal (Rivulariaceen) oder apikal (*Nostochopsis*) sein (vgl. im übrigen L. Geitler l. c. 1936).

Auffallend ist vielfach die enge Beziehung zwischen Heterocysten und Dauerzellen; bei *Cylindrospermum*, manchen *Anabaena*-Arten, *Gloeotrichia* u. a. entstehen die Dauerzellen regelmäßig unmittelbar neben den Heterocysten. Es drückt sich hierin, wie überhaupt in der bestimmten Stellung der Heterocysten, eine innere Längsdifferenzierung der Trichome aus. Allgemein entstehen die Heterocysten offenbar dort, wo die niedrigste Teilungsfrequenz besteht; daher finden sie sich auch nie in den Spitzenmeristemen der Stigonemataceen und Scytonemataceen oder in den interkalaren Meristemen der Rivu-



Fig. 22. Keimlinge aus Heterocysten von *Nostoc commune* Vauch.; i ungekeimte Heterocyste. — Nach Geitler.

lariaceen. Manchmal scheinen Heterocysten und Dauerzellen vikariieren zu können (vgl. Geitler l. c. 1936).

Die Funktion der Heterocysten ist noch problematisch. Daß diese Zellen besonderer Ausbildung und oft auffallend regelmäßiger Stellung keine Zufallsbildungen sein können, ist wohl klar. Ihre Ähnlichkeit mit den Dauerzellen und die ausnahmsweise zu beobachtende Keimung bzw. ihr Vikariieren (L. Geitler l. c. 1921; Hollerbach in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2, 1923, 181; F. Steinecke in Bot. Arch. 34, 1932, 153; J. J. Copeland, Yellowstone Thermal Myxoph., in Ann. New York Ac. Sci. 36, 1936, 88 u. a.) legen die Annahme nahe, daß es sich um den Dauerzellen analoge rudimentäre Fortpflanzungsorgane handelt. Canabaeus (l. c.) nimmt dagegen an, daß die Heterocysten Enzymspeicher sind und Stoffe an die Nachbarzellen abgeben können; das Vorhandensein der „Tüpfel“ spricht dafür.

Hormogonien; Bewegung der Oscillatorien. Bei hormogonalen Blaualgen kann, wie erwähnt, das Trichom die Scheide verlassen; vielfach erfolgt dabei Zerlegung in kürzere Teilstücke (Fig. 120). Die freien Trichome sonst bescheideter Formen bezeichnet man als Hormogonien. Sie sind aktiver Bewegung fähig, d. h. sie kriechen in der Richtung der Längsachse langsam dahin<sup>1)</sup>; sie kommen schließlich wieder zur Ruhe und wachsen in der für die betreffende Art bezeichnenden Weise zu einem neuen Thallus heran.

<sup>1)</sup> Die Geschwindigkeit beträgt z. B. bei *Oscillatoria subsalsa* 40  $\mu$  in 10 Sekunden und ist im übrigen von den Außenbedingungen abhängig.

Als Hormogonien können manchmal schon die Keimlinge der Dauerzellen ausgebildet sein (Harder l. c.). Meist entstehen die Hormogonien aber sekundär aus dem Thallus, wobei je nach der Entwicklungshöhe sämtliche Thallusteile in Hormogonienbildung eintreten können oder nur die jüngsten Abschnitte, also bei Rivulariaceen die interkalaren Meristeme, bei Stigonemataceen und ähnlichen die Spitzenmeristeme oder ganz junge Seitenäste, Hormogonien bilden (Fig. 84, 120 u. a.). Bei vielen landbewohnenden Arten sind die Hormogonien gewissermaßen dauernd „bereitgestellt“, schlüpfen aber nur bei hinreichender Feuchtigkeit tatsächlich aus. Scheidenlose Formen oder solche mit weichen Gallertscheiden wie *CylindrospERMUM*-, *Phormidium*- und *Oscillatoria*-Arten befinden sich oft dauernd im Hormogonium-Stadium.

Die Länge der Hormogonien wechselt von mehreren 100 bis zu 3 oder 4 Zellen und ist innerhalb gewisser Grenzen für eine Art bezeichnend. Die Hormogonien stellen nicht nur eine morphologische, sondern auch eine physiologische Einheit dar, welche durch die „lebenden“ Querwände gewährleistet wird; unter einer bestimmten Zellenzahl sind Hormogonien nicht mehr bewegungsfähig (G. Schmid l. c.).

Die meisten Hormogonien kriechen geradlinig dahin, ohne um die Längsachse zu rotieren. Bei manchen *Oscillatorien* (nicht z. B. bei *O. rubescens*) ist die Vorwärtsbewegung mit einer Rotation um die Längsachse verbunden; die Ursache ist offenbar der innere Schraubenbau, der diesen Trichomen eigentümlich ist<sup>1)</sup>. Bei *Spirulina*, deren Trichome auch äußerlich schraubig gebaut sind, ist die Rotation eine mechanische Selbstverständlichkeit.

Der Bewegungsmechanismus ist im übrigen wohl in allen Fällen grundsätzlich gleich; allerdings wurden hauptsächlich *Oscillatoria*-Arten untersucht (wo durch die Rotation um die Längsachse eine weitere Komplikation gegeben ist); für die Nostocaceen-Hormogonien liegen eingehendere Untersuchungen nur von Harder vor, für die übrigen Familien fehlen noch brauchbare Angaben<sup>2)</sup>. Vor allem durch die Untersuchungen Lauterborns und Correns<sup>3)</sup> wurde die bei der Bewegung stattfindende Schleimausscheidung bekannt, und hauptsächlich Fechner hat die Ansicht vertreten, daß die Quellungsenergie des ausgeschiedenen Schleims die Bewegungsursache darstellt. G. Schmid hat dann diese Auffassung bestritten und longitudinale Kontraktionswellen als Bewegungsursache angenommen, die weiterhin Ulrich an *Oscillatoria sancta* durch die Beobachtung der mit ihnen verbundenen Transversalwellen, die bei bestimmter Beleuchtung als wandernde Lichtreflexe erkennbar sind, unmittelbar nachweisen konnte. Die Ursache der Kontraktionswellen sind Turgorschwankungen der einzelnen Zellen, die der Länge nach das Trichom durchwandern; der Längsdurchmesser und etwas weniger der Querdurchmesser der Zellen nimmt dabei periodisch zu oder ab. Die Wellenlänge beträgt bei *Oscillatoria sancta* durchschnittlich 25  $\mu$  (= 6½ Zellen), die mittlere Schwingungsdauer bei 20° C etwa 1,9 Sekunden. Im übrigen findet, wie neuerdings Niklitschek festgestellt hat, die Bewegung im allgemeinen innerhalb eines hohlzylindrischen Schleimmantels statt.

Angaben über Zoosporen und sexuelle Fortpflanzung. Sämtliche derartigen Angaben beruhen offenbar auf Verwechslungen oder Fehlbeobachtungen bzw. sind unbewiesene Vermutungen (vgl. die ausführliche Erörterung bei Geitler l. c. 1930—1932 und 1936). Neuerdings meint G. Nygaard (in Trans. R. Soc. South Africa 20, 1932, 120), daß die sehr großen Dauerzellen von *Gloeotrichia Raciborskii* möglicherweise durch Verschmelzung mehrerer Trichomzellen entstehen. Die Verfolgung der Entwicklung bei var. *Likenfeldiana* (Fig. 114; vgl. auch L. Geitler und F. Ruttner l. c.) hat aber gezeigt, daß diese Auffassung nicht zutrifft, sondern daß der äußere Augenschein irreführt.

**Physiologie und Ökologie; Symbiosen; Cyanellen. Physiologie.** Die Blaualgen sind dank ihrer Assimilationspigmente selbständiger Assimilation fähig, verwerten aber auch vielfach organische Substanzen, sind dann also „mixotroph“. Harder (l. c. 1917) wies im besonderen für die *Nostoc*-Alge aus den Schleimgängen von *Gunnera* nach, daß sie im Dunkeln wachsen kann (vgl. im übrigen die ernährungsphysiologischen Untersuchungen

<sup>1)</sup> Vgl. den speziellen Teil.

<sup>2)</sup> Die Bewegung war schon in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts bekannt (de Saussure, Ingen-Housz, Adanson u. a.); ausführliche historische Übersicht bei A. Hansgirg, Physiologische und algologische Studien, Prag 1887).

von Pringsheim l. c.<sup>1)</sup>). Verbreitet ist die Erscheinung, daß bei Stickstoffmangel Rückbildung der Assimilationspigmente eintritt und infolge Überwiegens der Karotinoide gelbe Farbtöne entstehen (sog. Stickstoffchlorose, Boresch l. c. 1913); in diesem Zustand finden sich Blaualgen im Freien dann, wenn der Stickstoff ins Minimum gerät. — Für einige Formen wird mit mehr oder weniger zwingenden Gründen angenommen, daß sie den atmosphärischen Stickstoff zu assimilieren vermögen (R. Bouilhac in C. R. Ac. Sci. Paris 125, 1897, neuerdings hauptsächlich Winter l. c.; vgl. das Sammelreferat von Roberg l. c. und zuletzt P. K. De in Proc. Roy. Soc. London, Ser. B, 127, 1939).

Besondere Ernährungsumstände bewirken vielfach auffallende Umprägungen der Gestalt, so im Fall der in konzentrierten Salzlösungen wachsenden Salinenformen (T. Hof und P. Frémy in Rec. Trav. Bot. Néerl. 30, 1933, 140). Formveränderungen im Sinn von Involutionsformen treten auch bei symbiontischen Formen und in manchen Flechtenthalli auf (Fig. 6); ein stark abweichendes Wachstum im Flechtenthallus zeigt die Rivulariaceae, welche die Gonidie der Flechte *Placynthum nigrum* bildet (Geitler in Arch. f. Protok. 82, 1934); eindringende Haustorien von Flechtenpilzen bewirken starke Zellvergrößerungen (Geitler in Arch. f. Protok. 80, 1933; 88, 1937). — Bei Eisenmangel tritt Chlorose ein (Boresch l. c. 1921).

Eine auch für den Freilandbotaniker oft auffallende Erscheinung ist der Farbwechsel, den viele Arten unter dem Einfluß des Lichtes zeigen. Unmittelbar von der Lichtintensität abhängig ist die Pigmentierung der Membranen bzw. Scheiden und Gallerthüllen; wahrscheinlich sind dabei hauptsächlich die kurzwelligen Strahlen wirksam, da Hochgebirgsformen und arktische Pflanzen besonders stark pigmentiert sind (Th. Lippmaa in Acta Inst. Horti Univ. Tartu. 2, 1929). Ganz anderer Art ist dagegen der Farbwechsel, der auf einer verschieden starken Ausbildung der Phykozyane und Phykoerythrine im Protoplasten beruht. Je nach dem Mengenverhältnis dieser Farbstoffe zueinander und zu Chlorophyll und Karotinoiden kann der Protoplast blaugrün, violett bis rot oder braun aussehen. Manche Arten zeigen dabei eine Abhängigkeit von der Lichtqualität in dem Sinn, daß sie die zur Farbe des einfallenden Lichts komplementäre Färbung annehmen (chromatische Adaptation; Engelmann, Gaidukow, Harder 1923, Susski, Sargent, Montfort, Kylin u. a.). Die biologische Bedeutung besteht dabei darin, daß entsprechend der gegebenen Lichtqualität die maximale Assimilationsleistung erreicht wird<sup>2)</sup>. Damit steht es offenbar im Zusammenhang, daß in der Tiefe der Seen, wo infolge der selektiven Lichtabsorption im Wasser blaugrünes Licht herrscht, hauptsächlich rot oder violett gefärbte Blaualgen auftreten (L. Geitler 1922, 1928, A. Pascher 1923, W. Zimmermann 1927, L. Geitler und F. Ruttner 1935; für marine Formen vgl. C. Sauvageau in Compt. Rend. Soc. Biol. Paris 64, 1908, und H. Kylin l. c. 1937).

Reizphysiologische Untersuchungen in größerem Ausmaß wurden bei den Blaualgen nur hinsichtlich der Hormogonienbewegung angestellt. Über Phototropismus und Aërotropismus liegen bloß gelegentliche Beobachtungen vor (L. Geitler in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 40, 1922, 287; K. Schönleber in Arch. f. Protok. 88, 1936, 36).

**Ökologie.** Blaualgen gibt es fast an allen Stellen, die dem Leben überhaupt zugänglich sind. Von anderen Algengruppen unterscheiden sich die Blaualgen in allgemeiner Hinsicht dadurch, daß sie bei höheren Temperaturen in Thermen vorkommen — sie werden hierin nur von Bakterien übertroffen — und daß sie sehr viele luftlebige, zum Teil ausgesprochen xerophytische und sehr „genügsame“ Formen umfassen; mit diesem Umstand hängt es auch zusammen, daß sie als erste Besiedler auf Neuland auftreten. Im übrigen handelt es sich vorwiegend um Süßwasserbewohner (bzw. Bewohner feuchter Erde, Felsen, Baumstämme usw.) und nur zum geringen Teil um echte marine Formen; manche sind salztolerant und werden z. B. an den Meeresküsten bald vom Regen, bald vom Meerwasser benetzt; auffallend ist, daß in den Tropen einige sonst marin vorkommende Arten im Süßwasser auftreten (ähnliches ist auch aus anderen Algengruppen bekannt).

<sup>1)</sup> Dementsprechend kommen Blaualgen auch in Höhlen vor (vgl. z. B. P. Magdeburg in Sitzber. Naturf. Ges. Leipzig 1933). — Über die angebliche Autotrophie von Bodenalgallen ohne sichtbare Strahlung vgl. D. Fehér u. M. Frank in Arch. Mikrobiol. 7 (1936), 10 (1939).

<sup>2)</sup> Über die Problematik im einzelnen (Licht-Schatten-Adaptation) vgl. die zuletzt genannten Untersuchungen.

Im folgenden kann nur ein ganz kurzer, also in keiner Hinsicht erschöpfender Überblick geboten werden<sup>1)</sup>. Vorausgeschickt sei, daß in allen Fällen der Chemismus, im besonderen  $pH$  und Alkalinität, aber auch Menge und Art der anorganischen und organischen Stoffe, Temperatur, Licht, Sauerstoffreichtum usw. entscheidend für das Auftreten der einen oder anderen Art sind. So gibt es typisch saprobe Formen (viele Oscillatorien), andererseits auch typisch katarhobe (*Chamaesiphon fuscus*) usw.; im folgenden wird aus praktischen Gründen eine Einteilung nach mehr äußerlichen Gesichtspunkten verwendet.

**Planktonformen.** Typische Planktonformen finden sich hauptsächlich unter den Chroococcaceen, Rivulariaceen, Nostocaceen und Oscillatoriaceen. Das Schweben geschieht in vielen Fällen durch Ausbildung von Gasvakuolen; das spezifische Gewicht ist dann meist niedriger als das des Wassers; unter ungestörten Verhältnissen sammeln sich die Algen daher an der Wasseroberfläche an und bilden bei Massenentwicklung sog. Wasserblüten; in anderen Fällen fehlen Gasvakuolen und das spezifische Gewicht ist etwas höher als das des Wassers, das „Schweben“ ist also ein durch Turbulenz, Konvektionsströmungen usw. verlangsamtes bzw. gehindertes Absinken; die mächtigen Bildungen sehr wasserreicher Gallerten unterstützen das Schweben (E. Naumann l. c.). Besondere auf Oberflächenvergrößerung abzielende Schweben „anpassungen“, die bei anderen Planktonalgen oft vorkommen (Hörner, Stacheln u. dgl.), fehlen, da sie der Blaualgenorganisation als solcher nicht eigentümlich sind.

Bekannte und häufige Planktonformen sind z. B. *Microcystis aeruginosa*, *Rivularia echinulata*, *Anabaena flos-aquae*, *Oscillatoria Agardhii*. Massenentwicklung ist allgemein an entsprechende Eutro-



Fig. 23. Felsenufer am Traunsee (Ob.-Donau) bei mitteltiefem Wasserstand: halbkugelige Gallertlager von *Rivularia haematites* (DC.) Ag. im Bild links ins Wasser tauchend; die Lager im Vordergrund etwa  $\frac{1}{3}$  der nat. Gr. — Photo, nach Geitler.

<sup>1)</sup> Eine ausführlichere und reicher bebilderte Darstellung findet sich bei Geitler, l. c. (1930—32).

phie des Wassers gebunden; das Wasser nimmt dann eine grüne, braune oder rote Farbe an („Vegetationsfärbung“), bzw. bei Wasserblütenbildung ist die Oberfläche mit entsprechend gefärbten Algenmassen bedeckt. Vielfach ist das Auftreten so auffallend, daß sich die Volksphantasie damit beschäftigt hat („Burgunderblut“ im Murtener See, hervorgerufen von *Oscillatoria rubescens*; die Färbung des Roten Meeres beruht nach Montagne<sup>1)</sup> und Ehrenberg auf der Massenentwicklung von *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg). Bei Vorhandensein von Gasvakuolen nehmen die Algenmassen infolge der totalen Lichtreflexion einen bezeichnenden Farbenton an. Als Beispiel für die Produktivität sei erwähnt, daß Kolkwitz (1911) pro Kubikzentimeter 11000 Fäden von *Oscillatoria Agardhii* zählte.

Sonstige Wasserformen. Im Litoral größerer Seen finden sich alle Übergänge von mehr oder weniger zufällig auf dem Untergrund haftenden oder auch nur lose aufliegenden Formen in den tieferen Zonen bis zu typisch sessilen Formen der Wellenschlagszone. Es handelt sich bei letzteren größtenteils um flutende Büschel (*Tolypothrix distorta*) oder um mehr oder weniger halbkugelige Gallertlager (*Nostoc Rivularia*), die oft in großen Mengen die Uferlinie einsäumen (Fig. 23); an den Meeresküsten sind diese Gürtel, die in sich wieder in bestimmter Weise gezont sind, entsprechend mächtig und weithin auffallend (vgl. für das Süßwasser z. B. V. Brehm und F. Ruttner l. c. und M. Godward in J. of Ecol. 25, 1937, für marine Verhältnisse z. B. A. Ercegović, A. Ginzberger l. c. und Pyare Lal Anand in J. of Ecol. 25, 1937). Nach oben zu gehen die Zonen in Landbiotope mit ihren typischen Vertretern über, nach unten zu schließen typisch submersen Formen an. In der mittleren Zone des bewegten Wassers herrscht große Ähnlichkeit mit den Biozönosen des fließenden Wassers. Viele Blaualgen vermögen an Stellen stärkster Strömung sich zu halten und finden gerade hier ihre beste Entwicklung (L. Geitler l. c. 1927; F. E. Fritsch l. c. 1929); sie bilden meistens dünne Krusten; zum Teil leben sie endolithisch.

Durch den besonderen Chemismus charakterisiert sind die Formen des Sapropels (R. Lauterborn). In dem durch  $H_2S$ -Bildung ausgezeichneten Faulschlamm finden sich zusammen mit Schwefelbakterien und bestimmten anderen Protisten Oscillatorien mit bezeichnend gelbgrüner Färbung; bemerkenswert ist die große Widerstandsfähigkeit solcher Formen gegen  $H_2S$ : *Oscillatoria coerulescens* Gickl. bleibt in  $H_2S$ -gesättigter Atmosphäre 10 Tage lang lebend (J. Gicklhorn). — Ebenso finden sich in Hochmooren entsprechend dem besonderen Chemismus ganz bestimmte Arten (*Chroococcus turgidus*, *Synechococcus aeruginosus*, Stigonemataceen).

Daß die Tiefenformen häufig rot oder violett gefärbt sind und dies mit der selektiven Lichtabsorption in tieferen Wasserschichten zusammenhängt, wurde schon erwähnt. An der Biozönose können Vertreter fast aller systematischen Gruppen teilnehmen; hauptsächlich handelt es sich um Chroococcaceen, Scopulonemataceen, Chamaesiphonaceen und Oscillatoriaceen. Der Aufwuchs findet sich auf Pflanzen (im Süßwasser Wassermoosen, im Meer hauptsächlich Rotalgen) oder auf Steinen. Wieweit derartige Formen ad hoc chromatisch adaptiert sind und wieweit es sich um Selektion von an sich roten oder violetten Formen handelt, läßt sich im einzelnen noch nicht sagen.

Landformen. Zwischen submersen Wasserformen, zeitweise benetzten Formen (an überrieselten Felsen, in „Tintenstrichen“ an Felsen usw.) und solchen, die nur selten oder unter Umständen gar nicht unmittelbar befeuchtet werden, gibt es alle Übergänge. *Scytonema julianum* und *Hassallia byssoidea* wachsen manchmal unter überhängenden Felsen oder unter Brücken, wo sie so gut wie niemals vom Regenwasser befeuchtet werden, sondern allein mit Kondenswasser auszukommen haben (vgl. L. Geitler l. c. 1937). Eigentliche Xerophyten sind sie dennoch nicht, da die Luftfeuchtigkeit in der Regel sehr hoch ist. Als Xerophyten lassen sich eher jene Formen ansprechen, die in trockenen Gebieten, zum Teil auch in voller Sonne ausdauern können und nur zeitweise bei vorübergehendem Regen zum Leben erwachen (z. B. *Stigonema hormoides*). Eine hohe Resistenz des Protoplasten an sich und vielfach auch feste, dicke Membranhüllen ermöglichen das Vorkommen an solchen Stellen.

Das äußerliche Aussehen der Landformen ist sehr verschieden; am häufigsten ist wohl die Ausbildung von Krusten und Überzügen, doch finden sich auch rasenförmige

<sup>1)</sup> C. Montagne, Sur le phénomène de la coloration des eaux de la Mer Rouge, in Ann. sci. nat. 3. sér. 2 (1844) 332—362, Taf. 10.



Lager oder mehr oder weniger unregelmäßige Gallertklumpen. Eine auffallende Form von kosmopolitischer Verbreitung ist *Nostoc commune*; die Lager sind häutig-gallertig, quellen nach Regen stark auf, werden aber bei Trockenheit unscheinbar (Fig. 15; vgl. auch den Speziellen Teil). Im übrigen finden sich an Felsen, Baumrinden, auf feuchter Erde, auf Dächern usw. die verschiedensten Typen aus nahezu allen systematischen Gruppen.

Blualgen sind ferner anscheinend überall in der Erde verbreitet. Vielfach handelt es sich nur um Sporen, die bei entsprechender Kultur keimen und dadurch leicht nachgewiesen werden können. Am verbreitetsten sind Oscillatorien, *Cylindrospermum*- und *Anabaena*-Arten; vgl. K. Glade l. c., B. M. Bristol l. c. und R. Gistl in Arch. f.

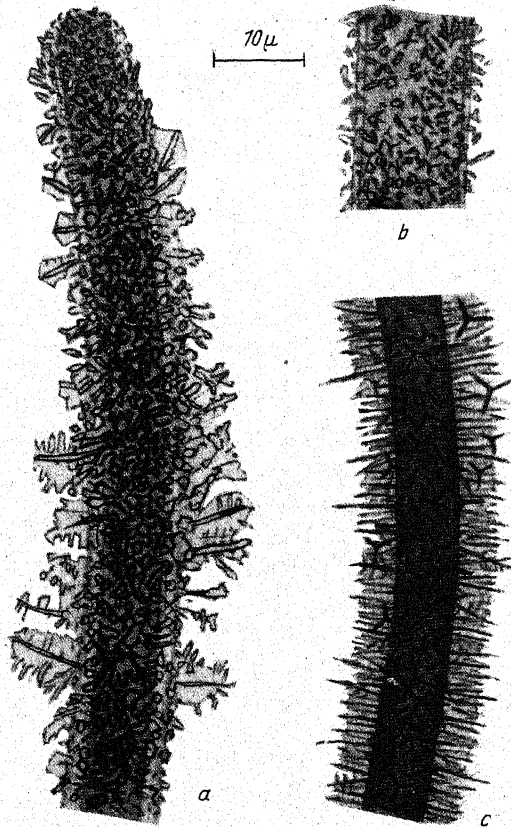


Fig. 24. Kalkkristallskelette auf der Oberfläche der Scheide von *Scytonema julianum* (Kütz.) Menegh. *a* Fadenende mit starker, *b* Fadenstück mit schwacher Inkrustation, beide in Wasser beobachtet; *c* Fadenstück mit starker Inkrustation in Kanadabalsam beobachtet; kombinierte Oberflächen- und Längsschnittbilder. — Nach Geitler.

Mikrobiol. 4, 1933; über ihre Autotrophie vgl. D. Fehér und M. Frank in Arch. f. Mikrobiol. 7 (1936), 10 (1939).

**Kalkausscheidung.** Wie in anderen Algengruppen, so gibt es auch unter den Blaualgen Kalkfäler. Vielfach kommt es zur Ausbildung mächtiger Sinter und Tuffe („Travertine“ im Yellowstone Park usw.), an deren Aufbau hauptsächlich Oscillatoriaceen und Rivulariaceen beteiligt sind. Der Kalk wird in oder an den Scheiden gefällt, die Lager können im Alter völlig versteinen; es wachsen dann nur die äußersten Teile weiter, während die inneren absterben. Dabei stellen sich auch oft jahreszeitliche Schichtungen ein (vgl. z. B. S. Thunmark l. c.; L. E. R. Picken in New Phytol. 35, 1936, 221:

J. Wallner l. c.; im allgemeinen J. Pia l. c.; über Physiologie J. Tilden l. c. 1920 und S. Prät l. c. 1929). Besonders eigenartig ist die Kalkausscheidung bei dem luftlebigen *Scytonema julianum*; die freie Oberfläche der Scheiden der aufrechten Fäden ist hier mit Kalkkristallskeletten bedeckt, welche den an sich blaugrünen Fäden bzw. Lagern eine eigentümliche weißliche Färbung verleihen (Fig. 24; vgl. L. Geitler l. c. 1936; K. Schönléber in Arch. f. Protok. 88, 1936, 36). Eine eingehende mineralogische Untersuchung, die auch die Abhängigkeit der Kristallausbildung von den Außenbedingungen zeigt, liegt von F. Ulrich (l. c.) vor.

Kalklösende (perforierende, endolithische) Blaualgen finden sich vielfach regelmäßig in einer Schicht knapp unterhalb der Oberfläche in Kalk- und Dolomittfelsen und tragen zur Verwitterung des Gesteins bei (Diels, Bachmann, Ercegović l. c.). Dabei ist zu unterscheiden zwischen den Bewohnern von Haarrissen und solchen, die aktiv das Gestein auflösen. Beteiligt sind hauptsächlich Chroococcaceen und vor allem *Gloeocapsa*-Arten, die systematisch noch unzureichend bekannt sind. Außerdem gibt es in stehendem und fließendem Wasser und auch im Meer perforierende Blaualgen, die in Steine und Schnecken- und Muschelschalen eindringen (Bornet und Flahault, Ercegović, Nadson, Frémy l. c. 1936). Hauptsächlich handelt es sich um fadenförmige Typen mit entsprechend morphologisch auffallenden perforierenden Fäden (*Hyella*, *Mastigocoleus*, *Plectonema terebrans* u. a.). Über die chemischen Vorgänge bei der Auflösung (Oxalsäure bzw. im Meerwasser aus dem NaCl freigemachte  $\text{HCl}^2$   $\text{CO}_2^2$ ) läßt sich noch kein gesichertes Bild gewinnen.

Eisenfällung. Eine geringere Rolle als die Kalkfällung spielt die Eisenfällung durch Blaualgen. In manchen Fällen, wie bei *Paracapsa siderophila* (Naumann l. c. 1924), kommt es zu Massenbildungen von makroskopisch großen verzweigten Thalli; ähnlich auffallend kann die Eisenfällung in den Scheiden von *Lyngbya ochracea* (die oft mit der Fadenbakterie *Leptothrix ochracea* verwechselt wird) werden; meist handelt es sich um eine nur mikroskopisch erkennbare Braunfärbung durch mäßige Einlagerung von Eisenoxydhydrat in die Scheiden, die auch vielfach nur fakultativ auftritt (vgl. V. Vouk l. c.). Eisenspeicherung findet sich hauptsächlich bei Hormogonalen (*Scytonema*, *Tolypothrix*, *Nostoc*, *Microcoleus* u. a.), aber auch bei einigen *Chamaesiphon*-Arten (F. E. Fritsch in New Phytolog. 28, 1929, 171; K. Starmach in Acta Soc. Bot. Pol. 6, 1929).

Thermalformen. Eine auffallend große Zahl von Blaualgen findet ihr Entwicklungsoptimum in warmem Wasser, einige kommen überhaupt nur in Thermen vor<sup>1</sup>). Dies gilt allerdings nur für alkalische Thermen; in sauren treten die Blaualgen ganz zurück (vgl. die ausführliche Darstellung aller die Thermalblauialgen betreffenden ökologischen Probleme bei F. Ruttner in Geitler u. Ruttner l. c.). Die obere Temperaturgrenze liegt wohl bei 69° C (H. Molisch, Pflanzenbiologie in Japan, Jena 1926; Geitler u. Ruttner l. c.); Angaben über das Vorkommen bei höheren Temperaturen (Elenkin in Bull. Jard. Imp. St. Pétersb. 14, 1914, Copeland l. c. bis zu 85° C) beruhen wahrscheinlich insofern auf Fehlern bei der Temperaturmessung, als nicht die Temperatur unmittelbar an der Stelle des Vorkommens, sondern in einiger Entfernung festgestellt wurde. Jedenfalls ertragen die Blaualgen unter allen Algen die höchsten Temperaturen bzw. entwickeln sich gerade bei hohen Temperaturen optimal; diese Tatsache hat zur Aufstellung der Hypothese geführt, daß es sich um Reliktformen aus erdgeschichtlichen Vorzeiten handelt, was sich aber in keiner Weise näher begründen läßt (vgl. V. Vouk l. c.)<sup>2</sup>).

Thermale (oder „thermophile“) Blaualgen finden sich fast in allen Familien. Sie besitzen vielfach kosmopolitische Verbreitung und treten oft gleichzeitig als Kalkfäher auf. Eine solche Form ist *Phormidium laminosum*, das bei Temperaturen bis gegen 70° C wächst. *Mastigocladus laminosus* ist die bekannte Alge des Karlsbader Sprudels (vgl. F. Cohn l. c. 1862); ihre obere Temperaturgrenze liegt bei 52° C.

<sup>1</sup>) Auf die bekannte Unterscheidung Vouks (l. c. 1923) zwischen thermalen und thermophilen Arten kann hier nicht näher eingegangen werden; es sei aber darauf hingewiesen, daß der Umstand, daß manche Thermalformen auch in kaltem Wasser vorkommen können — A. Löwenstein (in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 21, 1903, 317) hat dies auch experimentell für *Mastigocladus laminosus* festgestellt —, nicht so wesentlich ist wie die Frage, ob eine solche Form ihr Entwicklungsoptimum bei höherer Temperatur findet oder nicht (vgl. F. Ruttner in Geitler u. Ruttner l. c. 672 ff.).

<sup>2</sup>) Vgl. die historische Übersicht bei Y. Emoto in Bot. Magaz. Tokyo 47, 1933, 268.



**Symbiose. Flechten.** Als Flechtengonidien treten hauptsächlich *Nostoc* (in Collemaceen u. a.), *Gloeocapsa* (Pyrenopsidaceen), mehr vereinzelt auch *Scytonema*, *Stigonema* und Rivulariaceen (*Dichothrix*) auf<sup>1)</sup>. Die Verbindung zwischen Pilz und Alge beschränkt sich zum Teil darauf, daß die Hyphen in der Gallerte bzw. den Scheiden der Alge wachsen; zum Teil werden aber auch in die Protoplasten Haustorien getrieben, welche die Zelle entsprechend umgestalten (vgl. L. Geitler l. c. 1933, 1934, 1937; A. A. Elenkin l. c. 1936, daselbst ältere Lit.). Fig. 25 gibt eine Vorstellung vom Habitus: Einzelheiten, wie die bei *Synalissa* vorhandenen Haustorien, sind nicht deutlich erkennbar. Je nach der Gesamtorganisation der Flechte wird die Alge nicht, wenig oder stark umgestaltet (Fig. 6), bzw. besitzt die Alge oder der Pilz das formative Übergewicht; am weitesten geht die Veränderung bei *Placynthium*, wo die Haarbildung und Polarität der *Dichothrix*-Fäden unterdrückt wird, so daß die systematische Zugehörigkeit der Alge erst bei Kultur außerhalb des Thallus erkennbar wird. Aus ähnlichen Gründen sind wohl viele Flechtengonidien zur Zeit noch falsch bezeichnet.

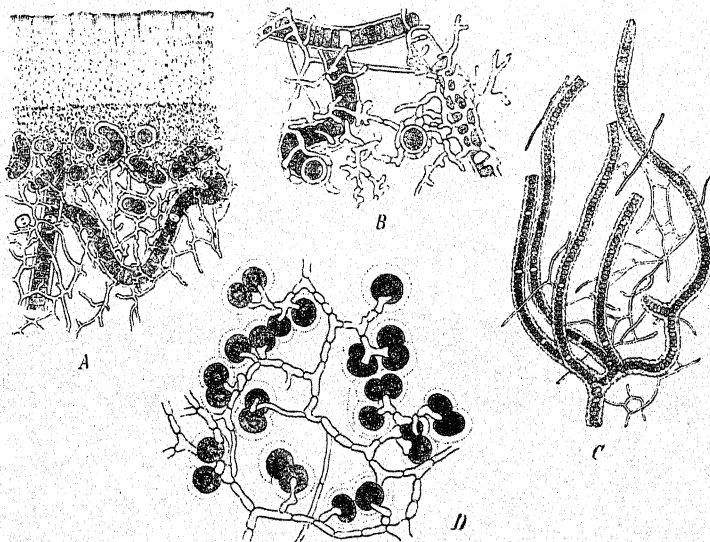


Fig. 25. Blaualgen als Flechtengonidien. A, B *Stereocaulon ramulosum* mit *Scytonema* (<sup>330</sup>/<sub>1</sub>), C *Dictyonema sericeum* mit *Scytonema* (<sup>80</sup>/<sub>1</sub>), D *Synalissa symphorea* mit *Gloeocapsa*. — Nach Bornet.

Andere Fälle. Blaualgen kommen oft als Epiphyten oder als Endophyten auf bzw. in anderen Pflanzen vor, und es ist dann die Grenze zwischen harmlosem Raumparasitismus, echtem Parasitismus oder Symbiose nicht immer leicht zu ziehen. Hier mögen einige auffallende, konstante Vorkommnisse von Blaualgen in anderen Pflanzen erwähnt werden. So lebt in den Höhlungen der Blattlappen von *Azolla* fast regelmäßig *Anabaena Azollae*; die Atemhöhlungen mancher Lebermoose (*Blasia* u. a.) werden von *Nostoc sphaericum* bewohnt. Sowohl *Azolla* wie die Lebermoose vermögen auch ohne Blaualge zu wachsen und diese läßt sich außerhalb der Wirtspflanze leicht kultivieren. Die Ansicht, daß diese Blaualgen Luftstickstoff zu binden vermögen (H. Molisch l. c.) wurde wieder bestritten (T. Takesige in Bot. Mag. Tokyo 51, 1937; B. Rao in Proc. Ind. Ac. Sci. [B] 5, 1937). Mehr zufälliger Natur scheint das Vorkommen von Blaualgen im Thallus mariner Algen (*Codium*, vgl. V. Vouk in Rad. Jugosl. Ak. Zn. Umj. 1936) und in der Schale von Seeigeln und zwischen den Zellen von Schwämmen zu sein (J. Feldmann in Arch. Zool.

<sup>1)</sup> Ältere Angaben über das Vorkommen von *Chroococcus* beruhen wohl auf Verwechslung mit *Gloeocapsa*.

exp. gén. 75, 1933; Th. Mortensen und Kolderup-Rosenvinge in Kgl. Danske Vidensk. Selskab. Biol. Medd. 11, 1934).

Intrazellulärlebende Blaualgen. Während in den bisher genannten Fällen die Blaualgen neben oder zwischen den Zellen des „Wirtes“ leben, wachsen sie in anderen Fällen im Plasma lebender Zellen. Dies ist der Fall in den Wurzelknöllchen von *Cycas*-Arten, wo eine besondere Schicht palisadenförmiger Zellen die Blaualge, in diesem Fall *Nostoc punctiforme*, beherbergt. Nach J. Hořejši (in Bull. int. Ac. Sci. de l'emp. Fr. Jos., Prag 1910) erzeugt die Alge die Wucherung, während E. R. Spratt (in Ann. of Bot. 25, 1911) meint, daß primär Bakterien im Spiel sind. Nach Winter (l. c.) vermag die Alge den atmosphärischen Stickstoff zu assimilieren. Das gleiche gilt nach Winter auch für die *Nostoc*-Alge, welche in den Schleimgängen des Stammes von *Gunnera*-Arten lebt, zunächst sich in den Interzellularen ausbreitet, später aber auch in lebende Zellen eindringt und sich daselbst lebhaft vermehrt. Miehé (l. c.) betrachtet das Vorkommen als typische Symbiose. Harder (l. c. 1917) konnte die Alge frei kultivieren. Daß in diesen Fällen die Wirtspflanzen einen tatsächlichen Nutzen ziehen und so eine mutualistische Symbiose im eigentlichen Sinn vorliegt, wird sich wohl schwer beweisen lassen.

Cyanellen. Eine besondere Art der intrazellulären Lebensweise zeigen jene Blaualgen, die in an sich heterotrophen, chromatophorenlosen Protisten leben und diesen die Chromatophoren ersetzen; in Analogie zu den Ausdrücken Zoochlorellen und Zooxanthellen kann man diese Blaualgen als Cyanellen, das Konsortium als Endocyanose bezeichnen (A. Pascher).

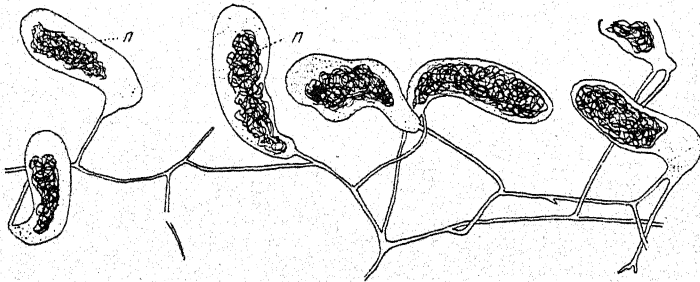


Fig. 26. *Geosiphon pyriforme* (Kützing) F. v. Wettstein; Habitusbild des Myzels mit den Blasen, welche die *Nostoc*-Knäuel (n) beherbergen. — Umgezeichnet nach F. v. Wettstein.

Einen besonders anschaulichen und physiologisch gut untersuchten derartigen Fall stellt *Geosiphon pyriforme* dar (F. v. Wettstein in Österr. Bot. Ztschr. 65, 1915, 145; E. Knapp in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 51, 1933, 210). Es handelt sich um ein Pilzmyzel von siphonalem Aufbau, das *Nostoc sphaericum* aufnimmt und dann eigene blasenförmige Ausstülpungen treibt, in welchen sich die *Nostoc*-Knäuel lebhaft entwickeln (Fig. 26). Das Konsortium läßt sich anorganisch ernähren, woraus folgt, daß die *Nostoc*-Alge tatsächlich als Chromatophor dient. Im übrigen läßt sich der Pilz auf organischem Medium auch algengfrei züchten und auch die Alge kann allein leben.

In anderen Fällen läßt sich die Cyanelle nicht mit einer freilebend bekannten Form identifizieren und auch der „Wirt“ ist algengfrei nicht bekannt; diese offenbar phylogenetisch stabilisierten Konsortien machen durchaus den Eindruck einheitlicher Organismen und wurden daher auch vielfach für Algen, die Cyanellen für ihre (autochthonen) Chromatophoren gehalten. Dies gilt für die lange bekannten „Süßwasseralgen“ *Glaucocystis nostochinearum* und *Gloeochara wittrockiana* (L. Geitler l. c. 1923). A. Pascher l. c. 1929 hat dann ähnliche „Algen“ in größerer Zahl aufgefunden (Fig. 27) und auch Flagellaten und Amöben mit Cyanellen beobachtet (schon früher war durch Lauterborn der schalentragende, eine Blaualge beherbergende Rhizopode *Paulinella chromatophora* bekannt und in diesem Sinn gedeutet worden). Die Cyanellen sind hier im Gegensatz zu *Geosiphon* einzellig, kugelig oder länglich und gleichen den freilebenden *Synechocystis*- und *Synechococcus*-Arten.

Einen Sonderfall stellt *Richelia intracellularis* dar, eine *Anabaenopsis*-artige Hormogonale, welche häufig in den lebenden Zellen von marinen Plankton-Diatomeen lebt; da diese ihre eigenen Chromatophoren besitzen, kann der *Richelia* keine wesentliche Bedeutung zukommen (vgl. den Speziellen Teil und die Zusammenfassung bei Geitler l. c. 1936).

Im Unterschied zu solchen Endocyanosen kann man von Ektocyanosen dann sprechen, wenn Blaualgenzellen in oberflächlicher Verbindung mit anderen Organismen stehen und mit ihnen ein bestimmtes Konsortium bilden, wie im Fall von *Chroostipes* (s. den Speziellen Teil).

**Nutzen.** Die praktische Bedeutung der Blaualgen ist im allgemeinen sehr gering; wenn sie sich besonders bemerkbar machen, so meist unangenehm: in Fischteichen kann Massenentwicklung von *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* u. a. infolge eintretenden Sauerstoffmangels Fischsterben hervorrufen (z. B. H. Wundsch in Fischerei-Ztg. 39, 1936 für märkische Seen; R. Weimann in Arch. f. Hydrobiol. 34, 1939 für niederschlesische Karpfenteiche). Unmittelbar geschädigt (infolge Verstopfung der Kiemendeckel?) kann Jungbrut werden. In Badeanstalten wird bei Massenentwicklung planktonischer Blaualgen das Wasser übelriechend und die in den Badeanzügen haftenden und beim Trocknen absterbenden Blaualgen verbreiten einen

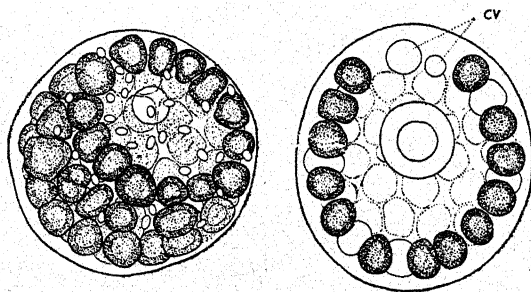


Fig. 27. *Cyanoptycha gloeocystis* Pascher. Links eine Zelle im Oberflächenbild, rechts eine Zelle im optischen Durchschnitt (cv = kontraktile Vakuolen, in der Mitte der Kern mit Nukleolus, peripher die Cyanellen). — Nach Pascher.

unangenehmen Geruch. In Aquarien überwuchern nicht selten Oscillatorien — meist die lebhaft blaugrüne, häutige Überzüge bildende *Oscillatoria splendida* — die kultivierten Wasserpflanzen.

Weniger auffallend, aber von offenbar großer Bedeutung sind Blaualgen als Besiedler von Neuland und als die Verwitterung befördernde Faktoren (vgl. den vorigen Hauptabschnitt). Wie weit den in der Erde vorkommenden Arten, falls sie die Fähigkeit der Bindung des Luftstickstoffes besitzen, neben der Bakterienflora des Bodens praktische Bedeutung zukommt, läßt sich wohl noch nicht abschätzen. Bei der biologischen Selbstreinigung spielen Blaualgen — hauptsächlich Oscillatorien — oft eine große Rolle (vgl. R. Kolkwitz, Pflanzenphysiologie, 3. Aufl., Jena 1935).

In manchen Gegenden Südamerikas und Ostasiens werden, wie schon Montagne berichtet, die Gallertlager von *Nostoc commune* von den Eingeborenen gegessen; ebenso werden in Japan nach Molisch Chroococcaceen (hauptsächlich Gloeocapsen), die auf vulkanischen Bergen manchmal in großen Mengen als gallertige Krümel den Boden bedecken, gelegentlich von der Bevölkerung verzehrt.

**Phylogenie, Systematik.** Abgrenzung der Schizophyceen. Die Blaualgen stellen eine in sich geschlossene Gruppe dar und lassen sich in diesem Sinn als eigener Pflanzentamm (*Cyanophyta*) auffassen (vgl. L. Geitler l. c. 1926). Engere verwandtschaftliche Beziehungen bestehen nur mit den Bakterien oder genauer ausgedrückt mit manchen Gruppen von Bakterien (z. B. den Fadenbakterien wie *Beggiatoa*, die große Ähnlichkeit

mit *Oscillatoria* besitzt). Die wesentliche Übereinstimmung liegt dabei in dem Fehlen der sonst allen Organismen eigentümlichen Kern-Cytoplasmaorganisation; Blaualgen und Bakterien, als *Schizophyceae* und *Schizomycetes* bezeichnet, lassen sich demnach, wie dies meist geschieht, als Stamm der *Schizophyta* zusammenfassen<sup>1)</sup>. Beide stehen ihrer Organisation nach im Stammbaum unterhalb der Flagellaten, von welchen sich alle anderen Organismen ableiten. Dies gilt offenbar auch für die Rhodophyceen, die allerdings keinerlei monadoide Stadien besitzen und andererseits wie die Blaualgen Phykocyan und Phykoerythrin ausbilden, so daß ein näherer Zusammenhang mit den Blaualgen bzw. die unmittelbare Abstammung der Rotalgen von den Blaualgen manchmal angenommen wurde. Ein solcher Zusammenhang erscheint aber sehr schlecht gestützt, da der Verlust monadoider Stadien vielfach bei sehr primitiven, im übrigen noch ganz flagellatenartigen Algen erfolgt, und Phykocyan und Phykoerythrin auch bei Flagellaten (Cryptomonaden) auftritt; es ist also die Annahme viel näherliegend, daß die Rotalgen sich von Flagellaten ableiten; andernfalls müßte man eine polyphyletische Entstehung der Kern-Cytoplasmaorganisation annehmen, was wenig wahrscheinlich ist. Ob die Blaualgen nach oben zu an irgendeine andere bekannte Organismengruppe einen Anschluß besitzen — sei es an Rotalgen oder Flagellaten —, ist auf jeden Fall völlig ungewiß, da Übergangsformen fehlen.

In Anbetracht der noch immer sehr geringen positiven Kenntnisse über den Bau der Bakterienzelle ist der bindende Beweis für die nahe Verwandtschaft von Bakterien und Blaualgen nicht zu erbringen; daß äußerliche Ähnlichkeiten, wie übereinstimmende Kolonieförmigkeit, wenig aussagen können, ist selbstverständlich, da in dieser Richtung Konvergenzen auch mit anderen Algenreihen, besonders mit den Chlorophyceen und Chrysophyceen, bestehen. In praktischer Hinsicht ist aber die Grenze zwischen Bakterien und Blaualgen oft tatsächlich ganz verwischt und es ist zum Teil Sache des Übereinkommens, ob eine bestimmte Form oder Gruppe zu den Bakterien oder zu den Blaualgen gestellt wird. Dies gilt einmal für farblose Organismen; daß es heterotrophe Blaualgen tatsächlich gibt, zeigt *Spirulina albidula*, die in ihrer Morphologie mit gefärbten Arten der Gattung *Spirulina* übereinstimmt; fehlen dagegen besondere morphologische Kriterien, handelt es sich also um unbegleitete stäbchenförmige Zellen von Bakteriengröße, so ist die Entscheidung manchmal unmöglich. Wegen der Ähnlichkeit in morphologischer Hinsicht und auch in bezug auf die Schleimbildung und Beweglichkeit nimmt E. Jahn (Beiträge zur bot. Protistologie, I. Die Polyangiden 1924) im besonderen einen engeren Zusammenhang zwischen Myxobakterien und einzelligen Blaualgen vom Typus *Synechococcus* an. — Schwierig ist besonders die Abgrenzung gegen die Chlorobakterien (= *Cyanochloridinae*), die kleinzelligen Chroococcaceen gleichen, aber auffallend gelbgrün gefärbt sind. Solche Farbtöne kommen auch bei Oscillatorien (z. B. *Oscillatoria chlorina*) vor, welche die gleichen sapropelischen Standorte bewohnen (vgl. L. Geitler und A. Pascher, *Cyanochloridinae*, in Paschers Süßwasser-Flora, Heft 12, 1925)<sup>2)</sup>.

Phylogenie und Systematik innerhalb der Blaualgen. Das System in seiner jetzigen Ausbildung geht auf Stizenbergers und vor allem Rabenhorsts und Thurets Einteilung zurück. Es wurden damals zwei Gruppen unterschieden, die sich ungefähr mit den Hormogonalen einerseits und dem übrigbleibenden Rest andererseits decken. Die Hormogonalen wurden dann von Bornet und Flahault sowie Gomont genau systematisch durchgearbeitet; diese Monographien sind noch heute die Grundlage, auf der im wesentlichen weiter gebaut werden kann. Für die Chroococcaceen ist nach den ältesten Untersuchungen Nägelis vor allem Hansgirgs Sichtung von Bedeutung gewesen. Einen wesentlichen Fortschritt stellte schließlich das System Kirchners (E. P. I. Aufl.)

<sup>1)</sup> B. Delaporte, Recherches cytologiques sur les Bactéries et les Cyanophycées, in Rev. gén. Bot. 52 (1940) 112—153, 7 Taf., betont die Einheitlichkeit der *Schizophyta*. Sie hält es für möglich, daß die *Schizophyceae* von Rhodothiobakterien abzuleiten sind. Umgekehrt können aber auch *Schizophyceen* parasitisch geworden sein und zu den sporogenen Bakterien überleiten. (J. Mattfeld.) — Doch fehlen den Blaualgen Geißeln und Sporen nach Bakterienart. (Geitler.)

<sup>2)</sup> Im Rahmen dieses Werkes werden die Chlorobakterien unter den *Schizomycetes* behandelt. — Hier sei auch auf die eigentümlichen, in der lichtlosen Meerestiefe vorkommenden grünen Organismen hingewiesen, die noch nicht näher erforscht sind (Hentschel in Int. Rev. Hydrob. 1929; J. Schiller in Biol. Zentralbl. 1931, 329).

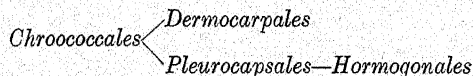
dar, welcher die „*Chamaesiphonaceae*“ (= *Pleurocapsales* und *Dermocarpales* dieser Bearbeitung) als eigene Gruppe unterschied und im einzelnen in der Familienabgrenzung verschiedene Verbesserungen vornahm.

Damit war der Stand des Wissens erreicht, der zu der allgemein angenommenen Gliederung der Blaualgen in drei große Gruppen *Chroococceae*, *Chamaesiphonae* und *Hormogoneae* oder in besserer Terminologie *Chroococcales*, *Chamaesiphonales* und *Hormogonales* (R. v. Wettstein, Handb. d. Syst. Bot.; L. Geitler l. c. 1925, 1930—1932) führte. Infolge klarerer Einblicke in entwicklungsgeschichtliche Zusammenhänge und der Entdeckung neuer Typen ist nunmehr eine — schon lange vorbereitet gewesene — Zerlegung der „*Chamaesiphonales*“ in die beiden Gruppen der *Pleurocapsales* und *Dermocarpales* notwendig geworden, die in dieser Bearbeitung erstmalig durchgeführt wird. Die Blaualgen lassen sich nunmehr zwanglos in vier natürliche Reihen (oder Ordnungen) zusammenfassen.

Als einzellige oder koloniebildende Formen stehen die *Chroococcales* am Anfang der Entwicklung. Von ihnen leiten sich einerseits Formen mit fadenförmigem Wachstum und pleurocapsaler Organisation und weiterhin solche mit hormogonaler Organisation ab, andererseits Formen, die nach Art der *Protococcales* sich durch Vielzellbildung vermehren (*Dermocarpales*).

Die Gruppierung innerhalb der Reihen ist zum Teil willkürlich. Am klarsten erscheint die Entwicklungsrichtung innerhalb der *Dermocarpales* (vgl. diese); innerhalb der *Chroococcales* lassen sich einfachere Formen (*Chroococcaceae*) und solche mit Andeutung fadenförmigen Wachstums (*Entophysalidaceae*), die gewissermaßen den Übergang zu den *Pleurocapsalen* darstellen, unterscheiden. Die *Pleurocapsalen* beginnen mit Typen, die den *Chroococcales* nahestehen, und endigen mit solchen, die einen relativ hoch organisierten Thallusaufbau besitzen. Die Auffassung der Entwicklungsrichtung innerhalb der *Hormogonales* ist problematisch. Im allgemeinen werden die anatomisch einfachen Formen (*Oscillatoriaceae*) an den Anfang gestellt und die übrigen Familien nach der steigenden Komplikation des Thallusaufbaues angeschlossen. Da aber gerade die sog. einfachen Typen die hormogonale Organisation am reinsten darstellen, lassen sie sich auch als abgeleitet auffassen; dadurch wird der Anschluß der *Hormogonales* an die *Pleurocapsalen* erleichtert. In diesem Sinn habe ich (l. c. 1925) die Familien der *Hormogonales* angeordnet, ohne daß sich natürlich die richtige Stellung jeder einzelnen Familie genau bestimmen läßt (vgl. im übrigen die Einleitung zu den *Hormogonales*). Elenkin, der ein originelles neues System der Blaualgen aufgestellt hat (l. c.), ist in dieser und mancher anderen Hinsicht gefolgt. Sein System unterscheidet sich von dem hier verwendeten aber dadurch, daß er 1. eine sehr viel weitergehende Zerlegung in Familien vornimmt, daß er 2. Gesichtspunkte zugrunde legt, die anscheinend nur formale Bedeutung haben, und daß er 3. weitgehende Ko- und Subordinationen vornimmt, die einen genauen phylogenetischen Einblick in Einzelheiten vortäuschen, der doch nicht vorhanden ist (vgl. die ausführliche Besprechung bei Geitler l. c. 1930—1932). In gewissen Einzelheiten bin ich aber Elenkin gefolgt, so in der Heraushebung von *Gomontiella* als eigene Familie; auch manche andere Anregungen Elenkins sind beherzigungswert, wie die Auflösung der *Chroococcaceae* in mehrere Familien — allerdings nicht in so viele, wie Elenkin will —, die in dieser Bearbeitung aber noch nicht vorgenommen wurde, da unsere Kenntnisse noch zu gering erscheinen, als daß sich mehr als ein kurzes Provisorium schaffen ließe<sup>1)</sup>.

Im großen dürften die Entwicklungslinien innerhalb der Blaualgen feststehen. Sie lassen sich etwa in dem nachfolgenden Schema ausdrücken:



Ausgangspunkt für die Nomenklatur der *Hormogonales* (*Nostocaceae* *Homocystee* und *Heterocystee*) sind Gomont, Monographie des *Oscillariées*, in Ann. Sci. Nat. sér. 7, Bot. XV (1892) 263; XVI (1892) 91; und Bornet et Flahault, Revision des *Nostocacées*

<sup>1)</sup> Auf weitere Einzelheiten über Abweichungen des hier verwendeten Systems gegenüber dem von Elenkin und anderen Systemen wird an den entsprechenden Stellen des Speziellen Teils verwiesen.

Hétérocystées, in Ann. Sci. Nat. sér. 7 Bot. III (1886) 323; IV (1886) 343; V (1887) 51; VII (1888) 177; für die übrigen Familien der *Schizophyceae* wie für die Algen allgemein Linné, Spec. pl. ed. 1. (1753); vgl. Internat. Rules Bot. Nomencl. 3. Ausgabe (1935) Art. 20<sup>1)</sup>.

In formaler Hinsicht ist zu bemerken, daß einige Gattungsnamen geändert werden mußten — allerdings nicht auf Grund neuer Erkenntnisse, sondern infolge der historischen Studien J. De-Tonis, der mehrere Gattungsnamen als Synonyme nachgewiesen hat. Zum Teil sind die Umbenennungen De-Tonis zwar gegenstandslos, da die betreffenden Gattungen keine Existenzberechtigung haben; zum anderen Teil handelt es sich aber um tatsächlich bestehende Gattungen und auch um solche, die eine Umbenennung der Familie nach sich ziehen. Die Benutzung des Systems wird hierdurch — wie in allen derartigen Fällen — für den Nichtspezialisten unnütz erschwert; um dem etwas zu steuern, wurden im allgemeinen Text und in den Figurenunterschriften die bisher geläufigen Namen nach dem Beispiel der Zoologen in Klammern beige setzt.

**Paläontologie.** Fossile Blaualgen sind mehrfach angegeben worden; sie finden sich von den ältesten versteinerungsführenden Schichten angefangen vor. Die Deutung, ob es sich tatsächlich um Blaualgen handelt, ist allerdings unsicher, wenn auch teilweise wahrscheinlich (vgl. J. P. I. c.; M. Hirmer, Handb. Paläobotanik I, 1927, 34). Am sichersten aufgeklärt erscheinen die triassischen Girvanellen, die nach P. Frémy und L. Dangeard (in Bull. Soc. Linn. Normand. 8. sér. 8, 1935) sich als zur Gattung *Symploca* gehörig erweisen und besonders mit *Symploca hydroides* große Ähnlichkeit zeigen; die Autoren bezeichnen daher *Girvanella minuta* auct. als *Symploca jurassica*<sup>2)</sup>. Pia meint im übrigen, daß Blaualgen in früheren erdgeschichtlichen Perioden als Gesteinsbildner eine bedeutende Rolle gespielt haben; die Deutung fossiler Reste in marinen Kalkablagerungen als Blaualgen steht allerdings mit der Tatsache in Widerspruch, daß heutzutage die Kalkfäler unter den Blaualgen fast ausnahmslos Süßwasserbewohner sind.

Unsere paläontologischen Kenntnisse sind noch so unsicher, daß sie für phylogenetische Probleme keine Grundlage abgeben können. Sollten die aus dem Silur bekannten „Girvanellen“ (J. Pia in Öst. Bot. Ztschr. 73, 1924, 176) auch zu *Symploca* gehören, so würden jedenfalls schon in den ältesten Zeiten Hormogonalen vorhanden gewesen sein.

**Geographische Verbreitung.** Einer pflanzengeographischen Bearbeitung der Blaualgen stehen zur Zeit noch unüberwindliche Schwierigkeiten gegenüber. Diese liegen nicht nur darin, daß sehr viele Gebiete — auch in Europa — in dieser Hinsicht noch nicht erforscht sind<sup>3)</sup>, sondern beruhen vor allem darauf, daß die meisten Blaualgen schwer sicher zu bestimmen sind, und zudem die „Arten“ vielfach Sammelarten sind, die aus einer großen Zahl von Varietäten, Microspecies, erblich festgelegten Rassen usw. bestehen. Trotzdem läßt sich bereits mit Sicherheit sagen, daß sich unter den Blaualgen eine außergewöhnlich große Menge von Kosmopoliten findet. Entscheidend für das Vorkommen ist offensichtlich viel mehr die Ökologie als die Geographie. Andererseits läßt sich aber auch schon feststellen, daß keineswegs alle Arten allgemein verbreitet sind, sondern daß bestimmte Arten bestimmte Verbreitungsareale besitzen. Legt man solchen Betrachtungen nur völlig gesicherte Fälle, d. h. Arten zugrunde, die leicht aufzufinden und morphologisch eindeutig charakterisierbar sind, und sieht man von einmaligen Funden wenig charakteristischer Arten ab<sup>4)</sup>, so ist die Zahl verhältnismäßig gering. Hier mögen einige Beispiele folgen.

*Marssonella elegans* und *Eucapsis alpina* (letztere besonders auffallend!) wurden bisher nur in Europa und Nordamerika gefunden. *Schizothrix telephoroides* kommt ausschließlich in den Tropen der Alten Welt vor, *Rivularia aquatica* (de Wildem.) Geitl. in Afrika, Indien und Java (ein Vorkommen bei Bremen beruht offenbar auf Einschlep-

<sup>1)</sup> Die Nomenklatur einiger Gattungsnamen wurde mit J. Matfield brieflich erörtert, dem Verf. für zahlreiche Hinweise und Ratschläge zu großem Dank verpflichtet ist.

<sup>2)</sup> Daß die Girvanellen, die sich auch in älteren Schichten finden, Blaualgen sind, hat schon Pia vermutet. — *Girvanella* Nicholson et Etheridge, Monogr. Silur. Foss. (1880). — Vgl. die Nachträge.

<sup>3)</sup> Im besonderen werden bestimmte Biotope oft übergangen; so wissen wir fast gar nichts über die krustigen Überzüge in fließenden Gewässern.

<sup>4)</sup> Z. B. erscheint es wohl verfrüht, im Falle des Auftretens von *Gloeotheca samoensis* in Südwest-China von einer Einstrahlung eines indomalaischen Elements zu sprechen, da diese wenig auffallende Art erst einmal auf Samoa festgestellt worden war.



pung); *Nostochopsis lobatus* hat seine typische Verbreitung in den Tropen, wurde ausnahmsweise aber auch in Europa und Nordamerika angetroffen. *Stauronatonema viride* wurde bisher nur in Zentralafrika und Niederländisch Indien gefunden. *Porphyrosiphon Notarisii* ist ein Bewohner der heißen und temperierten Gebiete der Alten und Neuen Welt. Die auffallende *Wolleea saccata* ist nur von drei Standorten in Nordamerika bekannt.

**Systematische Praxis.** Infolge der großen Schwierigkeit, die der Beurteilung der wesentlichen Merkmale oft entgegenstehen, ist eine Artbestimmung bei stärker gegliederten Gattungen nur mit Hilfe ausführlicher Diagnosen und Abbildungsmaterials möglich (in Zweifelsfällen muß unter Umständen, wie auch sonst, auch Herbarmaterial herangezogen werden). Die vorliegende Bearbeitung ist daher im allgemeinen nicht zur Artbestimmung geeignet; die beigegebenen Schlüssel können nur eine ungefähre Übersicht vermitteln. Für ein näheres Eindringen sind die eingangs zitierten Florenwerke zu verwenden.

Es sei an dieser Stelle nicht verschwiegen, daß wenig eingearbeiteten Untersuchern Verwechslungen selbst zwischen Gattungen (z. B. innerhalb der Oscillatoriaceen) oder sogar Familien unterlaufen können. So ist die Unterscheidung zwischen einer *Homoeothrix* (Rivulariacee), die ihre Haare abgeworfen hat, und einer festsitzenden, polarisierten *Lyngbya* (Sektion *Heteroleibleinia*) nicht immer leicht; spärlich verzweigte Plectonemen (Scytonemataceae) können mit Lyngbyen (Oscillatoriaceae) verwechselt werden; usw. Dies zeigt unter anderem, daß fließende Übergänge vorhanden sind; sie lassen sich durch kein natürliches System beseitigen.

Schließlich sei kurz auf die Verwechslungsmöglichkeit von Blaualgen mit Vertretern anderer Algengruppen hingewiesen, die blaugrüne oder violette Chromatophoren (und natürlich auch einen Zellkern) besitzen. Abgesehen von Encystierungsstadien gewisser Flagellaten (Cryptomonaden, Dinoflagellaten) handelt es sich um Vertreter der Bangiaceen (*Asterocytis*, *Porphyridium aerugineum*, u. a.) oder um Cyanellen beherbergende Konsortien (*Gloeochaete* u. a.). Da die Chromatophoren in Freilandmaterial ausbleichen oder von Assimilaten verdeckt sein können, ist bei geringer Erfahrung eine entsprechend aufmerksame Beobachtung in jedem Einzelfall nötig. Die Dinophyceen *Gloeodinium montanum* Klebs wurde wiederholt für einen *Chroococcus* — „*Chr. macrococcus*“ (Kütz.) Rabh. — gehalten!

**Systematische Einteilung.** Aus den im allgemeinen Teil geschilderten morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Verhältnissen ergibt sich zwanglos eine Gliederung der Blaualgen in vier große Gruppen oder Reihen.

### Übersicht der Reihen

- A. Pflanzen einzellig, meist koloniebildend, manchmal auch mit reihenweiser Anordnung der Zellen und insofern Andeutung fadenförmigen Wachstums, aber nie echte Fäden bildend. Zellen ohne Differenzierung in Basis und Spitze, oder im Falle der Bildung freischwimmender hohlkugelig Kolonien mit Differenzierung in Innen- und Außenpol. Keine typische Endosporenbildung in besonderen Sporangien, aber manchmal Nannocytenbildung; keine Exosporenbildung (S. 38) . . . . . **Chroococcales**
- B. Pflanzen mehr oder weniger deutlich fadenförmig, festsitzend; Aufbau sehr einfach und chroococcalenartig oder höher differenziert, die Fäden dann zu Pseudoparenchymen zusammenschließend, oft als Sohle und aufrechte Fäden entwickelt. Fadenbau niemals hormogonal, d. h. die Fäden sind nicht in Trichom und Scheide differenziert, die Zellen stehen nicht durch dünne, halblebende Querwände oder Tüpfel in enger Verbindung, daher auch keine Bildung von Hormogonien; Heterocysten fehlen immer. Häufig Endosporenbildung in besonderen Sporangien (S. 79) . . . . . **Pleurocapsales**
- C. Pflanzen einzellig, festsitzend, typisch mit Differenzierung in Basis und Spitze, ohne vegetative Zellteilung. Fortpflanzung ausschließlich durch Endo- oder Exosporenbildung (S. 101) . . . . . **Dermocarpales**
- D. Pflanzen fadenförmig, mit hormogonaler Organisation, d. h. in Trichom und Scheide differenziert; die Trichomzellen stehen durch dünne, halblebende Querwände bzw. im Fall sekundärer Verdickung mittels „Tüpfel“ in enger Verbindung. Hormogonien; oft Heterocysten. Endo- und Exosporenbildung fehlt (S. 113) . . . . . **Hormogonales**



## Chroococcales

R. v. Wettstein, Handb. syst. Bot. 3. Aufl. (1923) 79. — Non *Chroococcales* Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 41, Abt. 2 (1925) 223; nec Elenkin, Mon. Alg. Cyan. URSS. (1936) 539. — *Cocogoneae* Thuret, Essai class. Nost., in Ann. sci. nat. 6. sér. 1 (1875) 377, em. Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1 a (1898) 50 pro parte. — *Cocogonales* Atkinson, College text book bot. ed. 2. (1905) 163 p. p.

Die Reihe umfaßt jene Blaualgen, die uns nach allen Merkmalen als die einfachsten erscheinen. Es handelt sich teils um einzellige, teils um koloniebildende Formen (*Chroococcaceae*); unter letzteren finden sich Andeutungen von fadenförmigem Wachstum (*Entophysalidaceae*). Elenkin l. c. hat die Reihe in eine größere Zahl von Familien zerlegt, die vielfach nur durch eine einzige Gattung vertreten werden; ein besonderer Grund, der zu diesem Verfahren nötigen würde, ist nicht einzusehen. Vielleicht wird es sich aber später als wünschenswert herausstellen, aus den Chroococcaceen die Formen wie *Coelosphaerium* und ähnliche, die durch ihren hohlkugeligen Thallusbau einen eigenen Typus darstellen, als Familie herauszuheben.

### Einteilung der Reihe

- A. Zellen einzeln oder koloniebildend, nicht zu festsitzenden Thalli mit Andeutung von fadenförmigem Wachstum vereinigt (S. 38) . . . . . **Chroococcaceae**
- B. Zellen zu Thalli mit andeutungsweisem fadenförmigem Wachstum vereinigt (S. 69) **Entophysalidaceae**

## Chroococcaceae

Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1848) 44 em. Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 223. — *Cystiphoreae* Rabh. Fl. Eur. Alg. II (1863) 29 pro parte. — *Gloeogeneae* Cohn.

**Merkmale.** Zellen meist kugelig, ellipsoidisch, zylindrisch, seltener spindelförmig, einzeln oder meist koloniebildend. Membran meist dickgallertig, oft geschichtet, außerdem häufig Bildung amorpher Schleimmassen. Kolonien formlos, kugelig, ellipsoidisch, würfelig, tafelförmig oder hohlkugelig; im letzteren Fall besitzen die Zellen eine Differenzierung in Innen- und Außenpol und sind birnförmig oder abgerundet kegelig gestaltet. Teilungen meist endogen, daher Ineinanderschachtelung der Membranhüllen, oft abwechselnd nach zwei oder drei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen, bei länglichen Zellen meist quer, in manchen Fällen aber auch längs. Kolonien bei regelmäßiger Teilungsfolge regelmäßig oder infolge sekundärer Verschiebungen der Zellen unregelmäßig gestaltet, oft vier oder acht Tochterzellen einander genähert. Gewöhnliche Vermehrung durch Zweiteilung, manchmal auch durch Nannocyten; gelegentlich Dauerzellen mit fester Membran; manchmal Planokokken.

**Wichtigste Literatur.** F. T. Kützing, Tabulae phycologicae I, II (1845–1852). — C. Nægeli, Gattungen einzelliger Algen (1849). — A. Hansgirg, Prodromus Algenfl. v. Böhmen II (1892). — N. Wille, Vorarbeiten zu einer Monographie der Chroococcaceen, in Nyt Mag. Naturvid. 62 (1925) 169. — P. Frémy, Les Myxophycées de l'Afrique équator. franç., in Arch. de Bot. III (1929). — L. Geitler, Cyanophyceae, in Rabenhorsts Kryptogamenflora XIV, Leipzig (1930); Schizophyceen, in Linsbauers Handb. d. Pflanzenanat. VI. 1 B (1936). — A. A. Elenkin in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. URSS, Ser. II. 1 (1933) 17; Monogr. alg. Cyan. aquicul., Moskau-Leningrad (1936) (russisch).

**Vegetativer Aufbau.** Die anatomisch einfachsten Blaualgen sind entweder im strengen Sinn einzellig, d. h. die Tochterzellen trennen sich bald nach ihrer Entstehung, oder sie bleiben durch Gallerthüllen, die aus der Membran hervorgehen, zusammengehalten. Je nach der Regelmäßigkeit der Teilungsfolge und der Festigkeit der Hüllen entstehen mehr oder weniger große und regelmäßige Kolonien. In vielen Fällen ist die Anordnung der Zellen völlig unregelmäßig; solche Thalli gleichen dann im wesentlichen Bakterienkolonien (z. B. ist *Microcystis* mit *Lamprocystis* zu vergleichen). In anderen Fällen ergeben sich gesetzmäßig aufgebaute Thalli, die dann vielfach auffallende Konvergenz zu den

Kolonien von Protococcalen (Grünalgen) aufweisen; den Autosporen der Protococcalen entsprechen die durch rasch aufeinanderfolgende Teilungen nach zwei Raumrichtungen endogen gebildeten Blaualgenprotoplasten (vgl. Geitler l. c. 1936); so entspricht z. B. *Gloeocapsa* ... *Gloeocystis*, *Merismopedia* ... *Crucigenia*, *Gomphosphaeria* ... *Dictyosphaerium* usw.

Die Beschaffenheit der Membranen ist bei vielen Formen starken Schwankungen unterworfen, wodurch das Aussehen stark verändert wird. Dies gilt besonders für *Gloeocapsa* und ähnliche, wo alle Übergänge zwischen sehr weichschleimigen und farblosen bis zu sehr festen, wasserarmen und oft auffallend braun, rot oder violett bis schwarz pigmentierten Hüllen vorkommen (vgl. hierüber die einzelnen Gattungen).

**Systematik.** Die Abgrenzung der Gattungen ist vielfach willkürlich und die Unterscheidungsmerkmale werden nicht immer konsequent angewendet. Während Elenkin [l. c. und Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2 (1923) 65] eine sehr weitgehende Auflösung in Untergruppen befürwortet, dabei aber offensichtlich stark formale Einteilungsgründe anwendet, ist die im folgenden verwendete, mehr konservative Einteilung auf den ersten Blick hin vielleicht weniger durchsichtig, vermeidet aber das Auseinanderreißen natürlicher, in verschiedenen Richtungen miteinander verknüpfter Formen. Es liegt in der Natur der Sache, daß sich ein starres System bei den Chroococcaceen nicht anwenden läßt, da fast alle Gattungen durch Übergänge mit mehreren anderen verbunden sind. Spekulationen darüber anzustellen, welche Form ursprünglicher ist und in welcher Richtung die Entwicklung gegangen ist, bleibt müßig, solange nicht Anhaltspunkte bestimmter Art gegeben sind; dies ist aber nicht der Fall. So läßt sich z. B. die Auffassung, daß der Wechsel der Teilungsebenen ursprünglich und die Teilung nach einer Richtung abgeleitet ist, oft gleich gut vertreten wie ihr Gegenteil. Eine klare Beziehung besteht nur insofern, als Zellen mit einer betonten Längsachse die Teilungsrichtung fixiert haben, d. h. sich immer quer oder längs teilen. Es handelt sich hier um zellmechanische Probleme, deren Lösung noch kaum in Angriff genommen ist.

Nach dem Gesagten ist es selbstverständlich, daß die Reihenfolge, in welcher die Gattungen behandelt werden, nicht etwa der Ausdruck einer phylogenetischen Entwicklungsreihe sein kann; abgesehen von den fehlenden exakten Unterlagen ist dies auch deshalb nicht möglich, weil sich die stammesgeschichtliche Verknüpfung — wie ja vielfach — auch in diesem Fall nicht linear ausdrücken läßt.

**Vorkommen.** Es gibt wohl kaum einen Biotop, der nicht von einer Chroococcacee besiedelt werden kann. Im allgemeinen handelt es sich — wie ja bei den Blaualgen überhaupt — um Süßwasserbewohner, die in stehendem Wasser oder an feuchten Felsen leben und häufig Massenansammlungen bilden. Die Felsenformen tragen oft wesentlich zur Färbung der Felsen bei. Frei im Wasser schwebend kommen vor allem *Microcystis*-Arten vor, die häufig Vegetationsfärbungen und Wasserblüten hervorrufen (vgl. im übrigen das bei den einzelnen Gattungen Gesagte).

*Gloeocapsa*-Arten bilden vermischt mit anderen Chroococcaceen auf vulkanischen Bergen Japans Massenansammlungen von Gallertlagern, die von der einheimischen Bevölkerung unter Umständen gegessen werden (nähere Schilderung bei H. Molisch, Pflanzenbiologie in Japan, Jena 1926, 107).

### Einteilung der Familie

A. Zellen einzeln oder zu wenigen in meist formlosen Kolonien vereinigt<sup>1) 2)</sup>.

a) Zellen kugelig.

a) Zellen ohne (bzw. mit zerfließenden oder undeutlichen) Gallerthüllen (S. 41)  
1. **Synechocystis**

β) Zellen mit festen, deutlichen Gallerthüllen.

I. Hüllen blasenförmig (S. 48) . . . . . 11. **Gloeocapsa**

II. Hüllen nicht blasenförmig (S. 54) . . . . . 13. **Chroococcus**

<sup>1)</sup> Ausnahmsweise können auch die unter B angeführten Formen wenigzellige Kolonien bilden.

<sup>2)</sup> Manchen der unter A angeführten Formen sind gewisse Chlorobakterien sehr ähnlich (vgl. S. 34); sie sind hier nicht berücksichtigt, da sie in der Bearbeitung der Schizomyceten behandelt werden.

## b) Zellen länglich.

## a) Teilung quer.

- I. Zellen mit festen, blasenförmigen Gallerthüllen (S. 53) . . . 12. **Gloeotheca**  
 II. Zellen ohne solche Hüllen.

## 1. Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, mit abgerundeten Enden.

- \* Zellen einzeln (oder nur zufällig zu 2—4 zusammenhängend), gerade (in pathologischen Fällen leicht verbogen)<sup>1)</sup>, ohne Kolonialgallerte (S. 41) . . . . . 2. **Synechococcus**

- \*\* Zellen zu wenigen in amorpher Kolonialgallerte, mehr oder weniger gebogen (S. 43) . . . . . 3. **Rhabdoderma**

## 2. Zellen an den Enden mehr oder weniger verjüngt bis spindelförmig zugespitzt.

- \* Zellen halbkreis- oder hufeisenförmig gebogen, zu 2—4 in kreisförmigen Gruppen, die zu mehreren kleine Gallertkolonien bilden (S. 43)

4. **Tetrarcus**

- \*\* Zellen anders gebogen, nicht in kreisförmigen Gruppen (S. 44)

5. **Dactylococcopsis**

## β) Teilung längs.

- I. Zellen halbkreisförmig (S. 45) . . . . . 7. **Cyanarcus**

- II. Zellen gerade, in Symbiose mit einem Flagellaten (S. 44) 6. **Chroostipes**

- III. Zellen birnförmig, strahlig angeordnet (S. 62) . . . . . 23. **Marssonella**

## B. Zellen zu vielen in Kolonien vereinigt.

## a) Zellen unregelmäßig gelagert, die Kolonien von mehr oder weniger unregelmäßigem Aufbau.

## a) Thallus nicht oder kaum verkalkt.

- I. Zellen in gemeinsamer amorpher Gallerte, ohne oder mit wenig deutlichen, aber keinesfalls ineinandergeschachtelten Spezialhüllen (= Gallertmembranen).

1. Zellen typisch sehr dicht angeordnet; Kolonien meist von bestimmter Gestalt, meist planktonisch und mikroskopisch klein (S. 45)

8. **Microcystis**

2. Zellen typisch locker angeordnet; Kolonien meist formlos, meist nicht planktonisch, oft sehr groß.

- \* Zellen kugelig (S. 47) . . . . . 9. **Aphanocapsa**

- \*\* Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch (S. 47) . . . . . 10. **Aphanothece**

## II. Zellen mit deutlichen Spezialhüllen (= Gallertmembranen).

1. Spezialhüllen blasenartig erweitert, deutlich ineinandergeschachtelt und gegeneinander abgesetzt.

- \* Zellen kugelig (S. 48) . . . . . 11. **Gloeocapsa**

- \*\* Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch (S. 53) . . . . . 12. **Gloeotheca**

2. Spezialhüllen nicht blasenartig erweitert, Zellen kugelig (S. 54)

13. **Chroococcus**β) Thallus stark verkalkt, steinern (S. 56) . . . . . 14. **Lithomyxa**

## b) Zellen in bestimmter Weise zu regelmäßig gebauten Kolonien vereinigt.

## a) Kolonien einschichtig tafelförmig oder würfelig.

## I. Kolonien einschichtig tafelförmig.

1. Zellen innerhalb der Koloniefäche unregelmäßig angeordnet.

- \* Zellen kugelig (S. 56) . . . . . 15. **Coccopedia**

- \*\* Zellen senkrecht zur Koloniefäche verlängert (S. 56) 16. **Microcrocis**

2. Zellen in regelmäßigen, aufeinander senkrecht stehenden Quer- und Längsreihen angeordnet (S. 57) . . . . . 17. **Merismopedia**

- II. Kolonien würfel- oder quaderförmig, Zellen in drei aufeinander senkrecht stehenden regelmäßigen Reihensystemen angeordnet (S. 59) 18. **Eucapsis**

<sup>1)</sup> Bei einer Art (*S. Bosshardii* Skuja) anscheinend normalerweise gebogen.

β) Kolonien netzförmig<sup>1)</sup> oder hohlkugelig (bei *Marssoniella* strahlig).

I. Kolonien netzförmig, Netzmaschen aus einer einzigen Zellreihe gebildet (S. 60) . . . . . 19. **Cyanodictyon**

II. Kolonien hohlkugelig (bei *Marssoniella* strahlig).

1. Kolonialgallerte homogen.

\* Zellen kugelig.

† Zellen in einer einzigen peripheren Schicht angeordnet (S. 61)

20. **Coelosphaerium**

†† Zellen in zwei bis drei peripheren Schichten angeordnet (S. 61)

21. **Coelomorion**

\*\* Zellen länglich.

† Zellen nicht birnförmig (S. 62) . . . . . 22. **Lemmermanniella**

†† Zellen birnförmig (S. 62) . . . . . 23. **Marssoniella**

2. Kolonialgallerte inhomogen.

\* Zellen auf Gallertstielen sitzend (S. 62). . . . . 24. **Gomphosphaeria**

\*\* Zellen auf Gallertrohren sitzend (S. 63) . . . . . 25. **Woronichinia**

1. **Synechocystis** Sauvageau in Bull. Soc. Bot. France 39 (1892) CXV, Taf. VI, 2. — Zellen kugelig, einzeln, nur nach der Teilung zu zweien und dann ungefähr halbkugelig, ohne sichtbare Gallerthülle oder bei den großzelligen Arten mit dünner Hülle.

Der Name leitet sich von *συνεχων* (zusammenhängen) und *κυστις* (Blase, im Sinn von kugeliger Zelle) ab. Er ist, wie Sauvageau selbst betont, unzutreffend, da die Zellen typischerweise nicht zusammenhängen, wurde aber gewählt, um die Ähnlichkeit mit *Synechococcus* hervorzuheben.

*S. aquatilis* Sauvageau (Leitart) in einem warmen Bach in Algier und in warmen, zum Teil auch salzigen Gewässern in Java, Sumatra und Zentralasien, wohl weiter verbreitet; etwa 5 andere Arten und einige Varietäten in Thermen, Bittersalzseen, Salinen, zum Teil auch in gewöhnlichem Wasser und im Schleim anderer Algen an Felsen in Europa und Asien (Fig. 16). Die Arten sehen einander sehr ähnlich und unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die Zellgröße; die Größen schwanken zwischen 2 und 10  $\mu$ ; nur *S. sallensis* Skuja ist bedeutend größer (17–22  $\mu$ ), die sonst nicht auffallende Gallertmembran ist daher bei ihr deutlich erkennbar. Wohl allgemein ist eine zerfließende und kaum nachweisbare Gallerte vorhanden.

Über die Teilungsrichtung läßt sich, wie schon Sauvageau betonte, keine Klarheit gewinnen, da die Tochterzellen bald auseinanderfallen. Es bleibt also fraglich, ob sich die Zellen nach verschiedenen Raumrichtungen oder immer nach der gleichen Richtung teilen; ersteres ist wahrscheinlicher, müßte aber erst durch fortlaufende Beobachtungen auf festem Nährboden erwiesen werden.

Nach Wislouch (in Acta Soc. Bot. Pol. 2, 1924, 99) sind die Zellen von *S. salina* Wislouch aktiv beweglich. Da Zellen dieser Größenordnung Brownsche Molekularbewegung zeigen, wäre eine Nachprüfung am Platz (vgl. im übrigen das bei *Synechococcus* Gesagte).

2. **Synechococcus** Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1849) 56, Taf. 1 E. — Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, gerade, selten leicht gebogen, an den Enden abgerundet, einzeln oder zu zweien, nur ausnahmsweise zu vierten aneinanderhängend, ohne oder mit kaum sichtbarer, dünner Gallerthülle. Teilung quer. Zellen manchmal aktiv beweglich (Planokokkenstadium).

Der Name leitet sich von *συνεχων* (zusammenhängen) und *κοκκος* (Kern) ab. — Als Leitart gibt Nägeli l. c. *S. elongatus* Nägeli an.

Etwa 15 Arten, die sich hauptsächlich durch die Zellgröße und die Zellform (ellipsoidisch oder zylindrisch) unterscheiden. *S. aeruginosus* Näg. ist eine in Hochmooren und (wohl immer sauren?) Moospolstern an Felsen anscheinend kosmopolitisch verbreitete Art mit leicht ellipsoidischen, bis 16  $\mu$  breiten Zellen. Die Abgrenzung gegenüber ähnlichen Arten wie *S. maior* J. Schroeter, dessen Zellen aber bis 52  $\mu$  breit und 70  $\mu$  lang werden (var. *maximus* Lemmermann), ist infolge zahlreicher Übergangsformen schwierig; ebenso bestehen in diesem Formenkreis alle Übergänge zwischen ellipsoidischen und

<sup>1)</sup> Unregelmäßig netzig zerrissene Kolonien kommen bei *Microcystis* vor.

zylindrischen Zellen. *S. elongatus* Nägeli (Fig. 28 a—c) mit nur  $1,4-2\ \mu$  breiten Zellen ist ausgesprochen zylindrisch-stäbchenförmig (häufiger Bewohner feuchter Erde, am Grunde alter Baumstämme, in Saftflüssen u. dgl. in Europa, Klein-Asien, Südwest-China, Nordamerika [als *S. racemosus* Wolle]); sehr ähnliche, zum Teil morphologisch überhaupt nicht sicher unterscheidbare Formen kommen in Thermen und Schwefelquellen in Europa, Niederl.-Indien, Zentralasien, Japan, Yellowstone Park vor (E. Kol in Arch. f. Protok. 76, 1932, 318; H. Skuja in Boßhard, Bot. Ergebn. Zentralasien-Exped., in Rep. spec. nov. 31, 1932, 7; L. Geitler und F. Ruttner in Arch. Hydrobiol. 1935, Suppl. Bd. XIV: J. J. Copeland, Yellowstone Thermal Myxophyceae, in Ann. New York Ac. Sci. 36, 1936, 49 ff.). Marin sind *S. curtus* Setchell (freischwimmend an der kalifornischen Küste), *S. subsalsus* Skuja und *S. diachloros* Skuja (bei Riga)<sup>1)</sup>; in der Gallerte von *Woronichinia Naegelianiana* (Unger) Elenkin (= *Coelosphaerium Naegelianum* Unger) lebt *S. endobioticus* Elenkin et Hollerbach. Die meisten kleinzelligen Arten werden leicht übersehen und sind wohl weiter verbreitet als angegeben.

Manche Arten neigen bei Eintritt bestimmter ungünstiger Lebensbedingungen zur Ausbildung von Involutionsformen (Fig. 28 b, c; vgl. S. 9, Fig. 6, und L. Geitler in Öst. Bot.

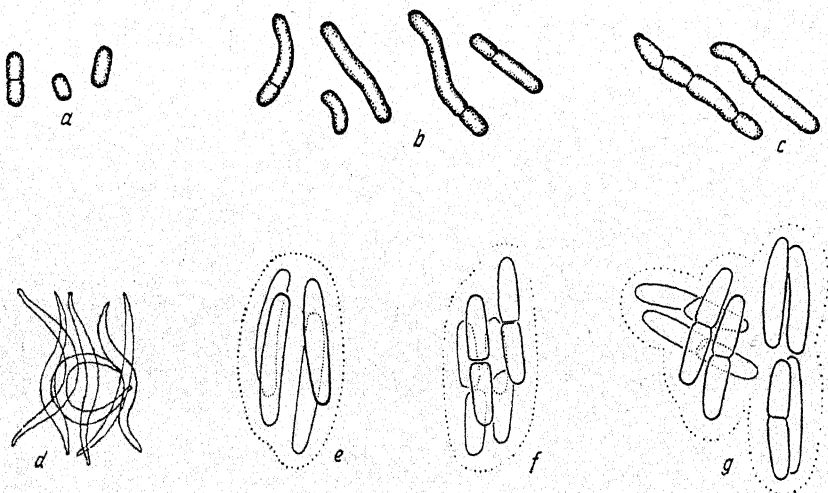


Fig. 28. a—c *Synechococcus elongatus* Näg.; a normal, b, c Involutionsformen. d *Dactylococcopsis raphidioides* Hansg., e—g *Dactylococcopsis linearis* Geitl. — d nach Hansgirg, die anderen nach Geitler.

Ztschr. 70, 1921, 166; ferner in Linsbauer, Handb. Pflanzenanat. VI. 1 B, und L. Geitler und F. Ruttner in Arch. Hydrobiol. 1935, Suppl. Bd. XIV). Unter den dabei auftretenden Formveränderungen stellt sich manchmal auch eine leichte Zuspitzung der Zellen ein, welches Merkmal für *Dactylococcopsis* typisch ist; auch können die Zellen leicht gebogen werden, wie es für *Rhabdoderma* bezeichnend ist. *S. Bosshardii* Skuja besitzt normalerweise gebogene Zellen; der Unterschied gegenüber *Rhabdoderma* besteht in diesem Fall nur in der fehlenden Kolonialgallerte.

An einigen Arten wurde aktive Beweglichkeit festgestellt (B. V. Perfiljew in Journ. Microbiol. 2, 1915; A. A. Elenkin in Not. Syst. Inst. Horti Bot. Petrop. 2, 1923, 49; H. Skuja in Acta Horti Bot. Univ. Latv. 1926, 1939; L. Geitler in Linsbauer l. c.). Es handelt sich um eine langsame, entlang kleiner Wegstrecken ungerichtete taumelige Bewegung, deren Mechanik noch ungeklärt ist, aber vermutlich mit der Quellung ausgetrockneten Schleims zusammenhängt; Brownsche Molekularbewegung liegt schon deshalb nicht vor, weil auch sehr große Zellen die Bewegung zeigen.

<sup>1)</sup> *S. marinus* Ercegović ist, wie auch P. Frémy (Cyan. Côtes d'Europe, 1934, 28) meint, eine sehr fragile Art.

3. **Rhabdoderma** Schmidle et Lauterborn ex Schmidle in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 18 (1900) 149, Taf. VI, 2, 3. — *Spirillopsis* E. Naumann in K. Sv. Vet. Ak. Handl. 62 (1921) 18, Fig. 8. — Zellen länglich ellipsoidisch bis zylindrisch, gerade oder halbkreisförmig bis S-förmig gebogen, an den Enden abgerundet, zu wenigen in gemeinsamer, meist schwer sichtbarer homogener, farbloser Gallerte. Kolonien flach hautartig oder rundlich. Zellen einzeln oder nach der Teilung zu zwei bis mehreren in Reihen oder unregelmäßigen Gruppen; Teilung quer.

Ableitung des Namens: *ῥαβδος* (Stab) und *δερμα* (Haut), nach der Zellform und der flachen Kolonieform der Leitart *Rh. lineare* Schmidle et Lauterborn (Fig. 29 a).

5 Arten, meist planktonisch oder im Litoral zwischen anderen Algen in Seen Europas und Nordamerikas; *Rh. lineare* var. *spirale* Woloszyńska wurde in japanischen Seen gefunden.

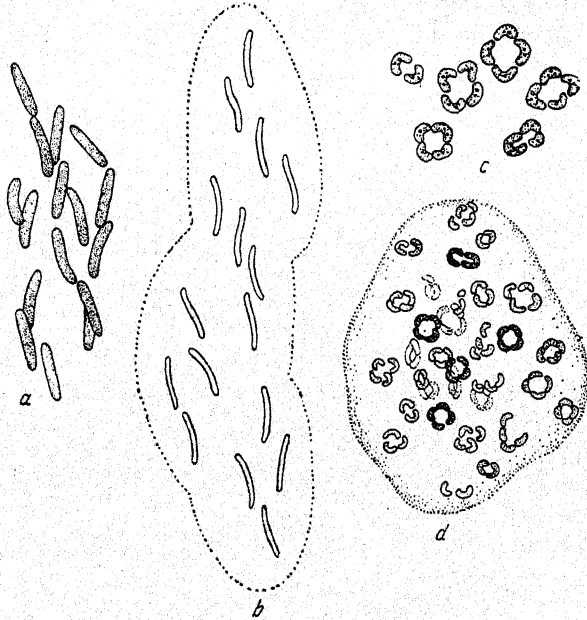


Fig. 29. a *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Lauterb. ( $^{800}/_1$ ); b *Rhabdoderma Gorskii* Woloszyńska; c, d *Tetrarcus Ilsteri* Skuja (etwa  $^{550}/_1$  bzw.  $^{1060}/_1$ ). — a nach G. M. Smith, b nach Woloszyńska, c, d nach Skuja.

Die Gattung zeigt nahe Beziehungen zu *Synechococcus*, *Dactylococcopsis* und *Gloeothece*; die Abgrenzung besonders gegenüber manchen planktonischen *Gloeothece*-Arten ist rein konventionell und praktisch oft schwierig.

Die Teilung verläuft typisch quer, doch erfolgen offenbar nach ihrem Ablauf Umorientierungen der Tochter- bzw. Einzelzellen, so daß unregelmäßige Vierergruppen zustande kommen und die reihenweise Anordnung gestört wird (Fig. 29 b läßt vier Vierergruppen erkennen). Die der Originaldiagnose von *Rh. lineare* beigegebene Figur Schmidles zeigt unregelmäßige Zellformen und ist offensichtlich ungenau gezeichnet. Die in manchen Diagnosen angegebene „S-förmige“ Krümmung ist wohl in Wirklichkeit eine schraubige Krümmung (wie bei *Spirillum*).

*Spirillopsis* E. Naumann mit der einzigen Art *Sp. irregularis* E. Naumann unterscheidet sich nach der — sehr kurzen — Diagnose in nichts von *Rhabdoderma*, ist daher mit dieser Gattung zu vereinigen (L. Geitler in Rabh. Krypt. Fl. 1930, 278).

4. **Tetrarcus** Skuja in Acta Horti Bot. Univers. Latviensis VII (1932) 46, Fig. 45, 46. — Zellen zu mikroskopisch kleinen, gallertigen, rundlichen bis mehr unregelmäßigen,



freischwimmenden oder festsitzenden Kolonien vereinigt. Zellen spindelförmig bis mehr zylindrisch mit abgerundeten Enden, stark bogig bis hufeisenförmig gekrümmt. Vermehrung durch einfache Querteilung; die Zellen bleiben nach der Teilung zu 2–4 in kreisförmigen Gruppen vereinigt. Die Gruppen sind gleichmäßig durch die ganze Kolonie verteilt.

Der Name leitet sich von dem charakteristischen Merkmal der Gruppenbildung und Zellform ab: *τετρας* (vier), *arcus* (Bogen).

Nur eine Art, *T. Ilsteri* Skuja, auf Schlamm im Uferwasser eines lettländischen Sees (Fig. 29c, d).

Durch die Zellform ist die Gattung besonders *Cyanarcus* nahegerückt, von dem sie sich aber grundsätzlich durch die Querteilung unterscheidet.

5. *Dactylococcopsis* Hansgirg in Notarisia III (1888) 590. — *Rhabdogloea* B. Schröder in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 35 (1917) 549<sup>1)</sup>. — Zellen zylindrisch und an den Enden zugespitzt, oder im ganzen spindelförmig, oder ellipsoidisch mit verjüngten Enden, gerade, S-förmig, spiralig oder unregelmäßig gekrümmt, selten einzeln, meist zu wenigen in zarter, schwer sichtbarer Gallerte, zu meist freischwimmenden Kolonien vereinigt. Teilung quer.

Der Name leitet sich von *δακτυλος* (Finger), *κοκκος* (Kern) und *οψις* (Aussehen) ab. Die Leitart ist *D. rupestris* Hansg. Syn. gen. subgen. Myxoph., in Notarisia 3 (1888) 590; Prodr. Algenfl. Böhmen 2 (1892) 139, Fig. 49a; mit kurz spindeligen, leicht gebogenen, 1,5–2,5 × 9–15  $\mu$  großen Zellen, an feuchten Felsen bei Karlstein in Böhmen. — Polymorph ist *D. raphidioides* Hansg. mit spindeligen, stark gekrümmten Zellen mit oft zurückgebogenen Enden, die in stehenden Gewässern, auf feuchter Erde, an feuchten Mauern in Europa, Afrika und Nordamerika vorkommt (Fig. 28d); außerdem 11 – größtenteils unsichere – Arten, meist an ähnlichen Biotopen, oft planktonisch, die meisten nur einmal in Europa gefunden; marin nur *D. Echini* Kold.-Rosenvinge in der Schale eines Seeiegels, angeblich mit Längsteilung, so daß es sich, falls die Angabe stimmt, um keine *D.*-Art handeln würde. — *D. linearis* Geitl. in einem Hochmoor in den Alpen (Fig. 28e–g)<sup>2)</sup>.

Die Gattung bildet die Parallellform zu den Chlorophyceen *Ankistrodesmus* (*Raphidium*) und *Elakatothrix*; *D. linearis* Geitl. (Fig. 28e–g) und *D. ellipsoidea* (B. Schröder) Geitl. comb. nov. (= *Rhabdogloea ellipsoidea* B. Schröder) imitieren *Quadrigula* (vgl. L. Geitler in Öst. Bot. Ztschr. 84 (1935) 287). Manche *D.*-Arten können bei ungenauer Beobachtung des Zellinhalts namentlich in fixiertem Material für solche Protococcalen gehalten werden; umgekehrt ist es sehr wahrscheinlich, daß die Aufstellung einiger, vielleicht der meisten *D.*-Arten auf einer Verknennung von *Ankistrodesmus*-Arten beruht (auch *D. raphidioides* ist vielleicht ein *Ankistrodesmus*); *D. fascicularis* Lemmermann ist wohl *Ankistrodesmus spiralis* Lemm.; sicher eine Blaualge ist aber *D. linearis* Geitl.

Die Zellteilung erfolgt quer, doch kann durch Aneinandervorbeiwachsen der Tochterzellen wie bei ähnlichen Protococcalen eine schiefe Teilung vorgetäuscht werden. Durch parallele Anordnung infolge nachträglicher Verschiebung der Tochterzellen kann auch eine Längsteilung vorgetäuscht werden (vgl. Geitler l. c.). Nach der Teilung ist das jüngere Ende stumpfer als das ältere. Auf diesem „Merkmal“ beruht die Aufstellung von *Myxobactron hirudiforme* G. S. West und *M. Palatinum* Schmidle (vgl. den Anhang zu den Chroococcaceen).

W. und G. S. West (in Journ. of Bot. 36, 1898, 337) und G. M. Smith (in Trans. Wisconsin Ac. Sci. 19, 1918, 620) geben für *D. montana* W. et G. S. West bzw. *acicularis* Lemmermann einen parietalen Chromatophor an und bilden ihn auch ab. Demnach ist *D. montana* keine Blaualge und ebensowenig ist es die Form, die Smith vorlag.

6. *Chroostipes* Pascher in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 32 (1914) 351, Taf. 7, Fig. 13–21. — Dünne gerade Stäbchen mit abgerundeten Enden, deutlich blaugrün, acht- bis zehnmal

<sup>1)</sup> Über *Myxobactron* vgl. den Anhang S. 66.

<sup>2)</sup> Die Art ist vielleicht mit *Rhabdogloea ellipsoidea* B. Schröder l. c. aus dem Walchensee in Bayern identisch; Form und Größe stimmen anscheinend völlig überein, im ökologischen Verhalten besteht allerdings ein deutlicher Unterschied. — Jedenfalls ist *Rhabdogloea* als Gattung einzuziehen, da es sich um eine typische *Dactylococcopsis*-Form handelt.

länger als breit. Vermehrung durch Längsteilung. Die Tochterzellen trennen sich sehr bald voneinander. Lebt in der Gallerte eines farblosen Flagellaten (*Oikomonas syncyanotica*).

Der Name ist von  $\chi\alpha\omega\varsigma$ ,  $\chi\epsilon\omicron\omicron\varsigma$  (Farbe) und *stipes* (Stock, Pfahl) abzuleiten, bedeutet also gefärbtes Stäbchen.

Eine einzige Art, *Chr. linearis* Pascher mit nur  $0,5\ \mu$  breiten Zellen in einem Tümpel mit Abwasserflora in Böhmen (Fig. 30 A).

Die Anzahl der Stäbchen kann schwanken; sie bilden bald einen ziemlich dichten Mantel, bald liegen sie mehr vereinzelt. Immer sind sie aber parallel zur Körperoberfläche orientiert. Der Unterschied gegenüber *Synechococcus* liegt in der Längsteilung.

Eine ähnliche „Syncyanose“ wie *Chroostipes* bildet zusammen mit *Amoeba chlorochlamys* oder einer farblosen Flagellate *Chlorobacterium symbioticum* Lauterborn; die stäbchenförmigen Zellen sind in diesem Fall grünlich und stehen von der Körperoberfläche des zentralen Organismus senkrecht ab (R. Lauterborn, Die sapropelische Lebewelt, in Verh. Naturh. med. Ver. Heidelberg, N. F. 13, 1915). Auch farblose Blaualgen (?) können ähnliche Verbindungen eingehen (L. Geitler in Arch. f. Protok. 56, 1926, 293).

7. *Cyanarcus* Pascher in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 32 (1914) 351, Taf. 7, Fig. 23, 24. — Kleine, dünne Stäbchen, deren stumpfe Enden bogig zusammengekrümmt sind. Einzeln oder ganz vorübergehend zu zwei bis vieren zusammenhängend. Längsteilung.

Ableitung des Namens:  $\kappa\alpha\nu\omicron\varsigma$  (blau), *arcus* (Bogen).

Eine einzige Art, *C. hamiformis* Pascher mit  $0,5\ \mu$  breiten Zellen im Schleim anderer Algen (angetrieben?) und planktonisch in stehenden Gewässern in Böhmen und Frankreich, bisher erst zweimal gefunden (Fig. 30 B). Eine zweite Form ist durch schiefe Aneinanderreihung der Zellen charakterisiert (Fig. 30 C); sie wurde von Pascher nicht benannt, da es fraglich ist, ob sie nicht in den Formenkreis der typischen Art gehört.

8. *Microcystis* Kützing in Linnaea VIII (1833) 372 pro parte; emend. Kützing, Tab. Phyc. (1846) 7; non *Microcystis* Elenkin in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2 (1923) 67, nec Monographia Alg. Cyan. (Leningrad 1936) 539. — *Anacystis* Meneghini, Consp. (1836) 6. — *Clathrocystis* Henfrey in Micr. Journ. (1856) 53. — *Polycystis* Kützing, Tab. Phyc. (1846) 7, als Unterabteilung von *Microcystis*; Spec. Alg. (1849) 210 als Gattung; Hansgirg, Prodromus II (1892) 144; non *Polycystis* Léveillé (1846, = *Urocystis*, *Ustilaginales-Tilletiaceae*). — *Sphaerothrombium* Kützing in Linnaea VIII (1833) 370 nomen in synonym. — *Diplocystis* Trevisan, Alghe coccot. (1848) 40. — Zellen kugelig oder länglich bis stäbchenförmig, zu vielen in kugeligen, ellipsoidischen, unregelmäßig lappigen oder auch netzig zerrissenen, typisch freischwimmenden Kolonien, die manchmal aus Teilkolonien zusammengesetzt sind, vereinigt. Die Zellen liegen in einer gemeinsamen, homogenen, ungefärbten Gallerte, welche manchmal zerfließen kann; Spezialhüllen nicht ausgebildet. Zellen meist sehr dicht gelagert, infolge gegenseitiger Abplattung oft eckig. Zellteilungen nach allen Raumrichtungen, bei länglichen Zellen quer. Nannocyten bisher nur bei *M. flos-aquae* bekannt. Kolonien meist freischwimmend. Häufig Gasvakuolen.

Ableitung des Namens:  $\mu\iota\kappa\rho\varsigma$  (klein),  $\kappa\upsilon\sigma\tau\iota\varsigma$  (Blase).

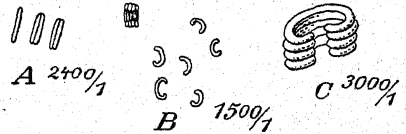


Fig. 30. A *Chroostipes linearis* Pascher; B, C *Cyanarcus hamiformis* Pascher. — Nach Pascher.

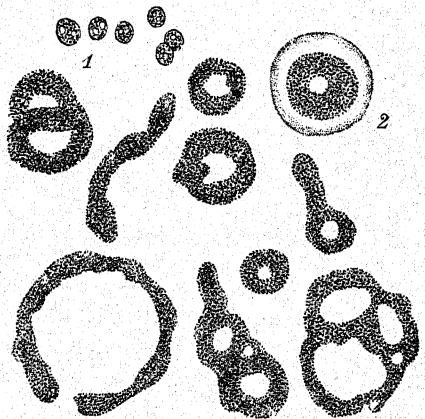


Fig. 31. *Microcystis aeruginosa* Kütz.; 1. einzelne Zellen ( $575/1$ ), 2. Kolonie mit sichtbar gemachter Gallertthülle und verschiedene Kolonieförmigkeiten ( $30/1$ ). — Nach Kirchner.

Systematische Literatur: A. A. Elenkin in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2 (1923) 67; 3 (1924) 12. — W. B. Crow in New Phytologist 22 (1923) 59. — G. Nygaard, Plankton two lakes Malayan Reg., in Vid. Medd. Dansk nat. For. 82 (ohne Jahreszahl). — L. Geitler, Cyano-phyceae, in Rabh. Krypt. Fl. 14 (1930).

Als Leitart kann *M. aeruginosa* Kützling (*Micraloa aeruginosa* Kützling; *Polycystis aeruginosa* Kützling) betrachtet werden (Fig. 31), eine planktonische, oft Wasserblüten bildende Alge von kosmopolitischer Verbreitung. Sie besitzt durchbrochene Kolonien (daher in der älteren Literatur auch als *Clathrocystis aeruginosa* (Kütz.) Henfrey bezeichnet), doch finden sich alle Übergänge zu undurchbrochenen Kolonien, wie sie für die ebenfalls kosmopolitische *M. flos-aquae* (Wittr.) Kirchner bezeichnend sind. Wesenberg-Lund (Plankton investigations Danish Lakes, Kopenhagen 1904) und E. Naumann (in Bot. Not. 1925, 47) u. a. treten daher für die Vereinigung beider Arten ein. Keinesfalls läßt sich die Gattung *Clathrocystis*, deren Kennzeichen durchbrochene Kolonien sein sollen, aufrecht erhalten.

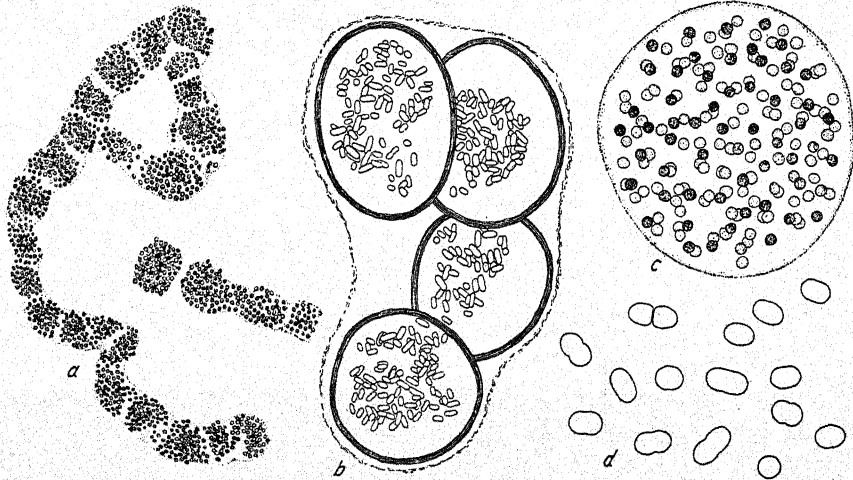


Fig. 32. a *Microcystis pseudofilamentosa* Crow; b *Microcystis elabens* (Bréb.) Kütz.; c *Aphanocapsa Grevillei* (Hass.) Rabh. (Planktonform, etwa  $400/\mu$ ); d *Aphanothece bullosa* (Menegh.) Rabh. var. *maior* Geitl. — a, b nach Crow, c nach G. M. Smith, d nach Geitler und Ruttner.

Außer den beiden genannten Arten besitzen kosmopolitische Verbreitung *M. marginata* (Menegh.) Kütz. und wahrscheinlich *M. viridis* (A. Br.) Lemm.; *M. firma* (Bréb. et Lenorm.) Schmidle und *M. ochracea* (Brand) De-Toni sind in Europa und Afrika, *M. prasina* (Wittr.) Lemm., *M. incerta* Lemm. und *M. elabens* (Bréb.) Kütz. (Fig. 32b) in Europa, Nordamerika und Afrika gefunden worden; die meisten anderen Arten sind aus Europa bekannt geworden. Im Meer- und Brackwasser kommen nur drei Arten vor. Im ganzen lassen sich etwa 25 Arten aufstellen; die Unterscheidung ist aber vielfach so schwierig und die verwendeten Merkmale sind so unsicher, daß in der Zukunft wahrscheinlich mehrere Arten zusammengezogen werden müssen. Andererseits deutet die beträchtliche Variation der Zellgröße ( $3-7\mu$  von *M. aeruginosa* bzw. *flos-aquae*) darauf hin, daß hier Sammelarten vorliegen. Manche Arten lassen sich vielleicht ökologisch charakterisieren, so die von Zalessky (in Rev. gén. bot. 38, 1926, 31) aus dem Schlamm eines russischen Sees beschriebenen; allerdings glaubt Zalessky, daß es sich in diesem Fall um herabgesunkene Planktonformen handelt. — Zusammengesetzte Kolonien besitzt *M. pseudofilamentosa* Crow (Fig. 32a).

Bei lockerer Anordnung der Zellen besteht große Ähnlichkeit mit planktonischen Arten von *Aphanocapsa* und *Aphanothece*. Elenkin (1923 l. c.) wollte daher die drei Gattungen zusammenziehen. Obwohl in Einzelfällen die Abgrenzung konventionell ist, empfiehlt es sich doch, wenigstens solange nicht sichere Kriterien dagegen sprechen, die Gattungen nach ihrer typischen Ausbildung aufrechtzuerhalten.

Die typischen Arten sind Planktonten, besitzen meist Gasvakuolen, treten in eutrophen Gewässern oft in ungeheuren Mengen auf und bilden dann die bekannten Wasserblüten. Regelmäßig und dauernd festgeheftete Formen dürften nicht vorkommen: derartige Angaben (z. B. für *M. pulvereae* (Wood) Forti) beruhen wohl auf Verwechslungen mit *Chlorogloea*-Arten, mit denen vielfach eine sehr große Ähnlichkeit besteht; ebenso dürfte *M. fusco-lutea* (Hansg.) Forti irrtümlich aufgestellt worden sein, da sie auf Steinen in fließendem Wasser wächst und zudem braune Gallerthüllen ausbildet (bei allen anderen Arten ist die Gallerte farblos). Über andere unsichere Arten vgl. L. Geitler l. c.

Bei *M. flos-aquae* beobachtete L. Canabaeus (in Pflanzenforschung 13, 1929, 33) ausgesprochene Nannocytenbildung. Zerfallen ganze Kolonien in Nannocyten, so kann dies leicht zu einer Verwechslung mit einer kleinzelligenen Art führen.

9. **Aphanocapsa** Nägeli, Gattungen einzell. Alg. (1849) 52, Taf. 1 B. — *Microcystis* Elenkin, Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2 (1923) 5, pro parte, non Kütz. — Zellen kugelig oder fast kugelig, meist zu vielen in formlosen, weichen, oft mehrere Zentimeter großen Gallertlagern vereinigt, meist lose gelagert, in farbloser, homogener Gallerte eingebettet, aber oft mit einer dünnen, mehr oder weniger zerfließenden Gallert-hülle umgeben, welche auch um Tochterzellen (um zwei, vier, seltener um mehrere) als gemeinsame Hülle ausgebildet sein kann. Ineinanderschachtelung der Hüllen kommt nicht oder nur ganz ausnahmsweise vor. Gelegentlich Nannocytenbildung. Zellen regellos angeordnet.

Der Name leitet sich von *ἀφανής* (unsichtbar) und *capsa* (Behälter, Kapsel, in diesem Fall die Spezialhülle der Zellen) ab.

Leitart: *A. testacea* (A. Braun) Näg.<sup>1)</sup> an feuchten Felsen, auf feuchter Erde und dergleichen in Europa. Gegen 30 Arten, meist im Süßwasser an ähnlichen Standorten, auch an feuchten Wänden in Warmhäusern, oft auffallende Gallertmassen bildend. Manche Arten kommen in stehenden Gewässern vor, wo sie anfangs festsitzen, später sich lösen und frei im Wasser schwimmen (Fig. 32 c), so z. B. die kosmopolitische *Aphanocapsa pulchra* (Kütz.) Rabh.; andere Arten wurden bisher nur im Plankton gefunden, z. B. die kosmopolitische *A. elachista* W. et G. S. West. Ökologisch abweichende Typen sind die durch Eisenimprägation der Gallerte ausgezeichneten Arten *A. siderosphaera* E. Naumann und *A. sideroderma* E. Naumann, die bisher nur in Südschweden, erstere auch in Zentralasien gefunden wurden (sie sind wohl identisch), und die in Kalksteinen endolithisch lebende *A. endolithica* Ercegović (mit einigen Varietäten in Europa); in Thermen Europas, Japans und Transjordanien kommt *A. thermalis* Brügg. vor. *A. Raspaigellae* (Hauck) Frémy und *A. Feldmannii* Frémy leben in den Geweben von Schwämmen im Mittelmeer und tropischen Pazifik; ob es sich um echte Symbiosen handelt, ist noch fraglich (vgl. J. Feldmann in Arch. zool. exp. gén. 75, 1933, 390).

Die typischen Vertreter der Gattung unterscheiden sich von *Aphanothece* und *Gloeotheca* durch die Zellform, von *Gloeocapsa* und *Gloeotheca* durch die fehlenden blasigen Hüllen, von *Microcystis* durch die lose Anordnung der Zellen, die formlose Gallerte und meist auch durch die Lebensweise. Da diese Unterschiede aber nur graduell sind, kommen Übergänge vor, so daß im einzelnen die Abgrenzung oft schwierig ist. Dies gilt noch mehr für die Unterscheidung der Arten, die vielfach auf unwesentliche Merkmale gegründet sind.

Die Zellteilungen erfolgen anscheinend abwechselnd nach verschiedenen Raumrichtungen. Nachträgliche Verschiebungen der Tochterzellen in der Gallerte kommen vor. Die Gallerte ist wohl immer farblos.

10. **Aphanothece** Nägeli<sup>2)</sup>, Gattungen einzell. Alg. (1849) 59, 60. — *Coccochloris* Sprengel, Fl. Hal. Mant. I (1807) 14; ed. 2. II (1832) 561; in Linn. Syst. Veg. ed. 16. IV

<sup>1)</sup> Nägeli l. c. bestimmt *A. parietina* Näg. zur Leitart. Da diese aber eine höchst unsichere Form ist, die sich kaum sicher identifizieren läßt, und da auch Nägelis Angabe über einen hohlen Raum im Zentrum des Protoplasten sehr verdächtig ist, wird vorgeschlagen, *A. testacea* (A. Br.) Näg. (*Palmella testacea* A. Br.) als Leitart der Gattung *Aphanocapsa* zu wählen.

<sup>2)</sup> Es wird hiermit vorgeschlagen, *Aphanothece* Nägeli gegen *Coccochloris* Sprengel auf die Liste der nomina generica conservanda zu stellen. — Schon Wille (in Nyt Magaz. Naturvidensk. LXII, 1924 (1925), 182) hat *Coccochloris* Sprengel als nomen rejiciendum vorgeschlagen. — L. Geitler, H. Harms, J. Mattfeld.

(1827) 372; Gen. ed. 9. II (1831) 757 (vgl. O. Kuntze, Rev. Gen. III. 2 (1898) 546). — *Microcystis* Elenkin, Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2 (1923) 5, pro parte, non Kütz. — Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch stäbchenförmig, gerade oder leicht gekrümmt, zu vielen in mehr oder weniger formlosen, weichen Lagern vereinigt, in homogener Gallerte, manchmal mit engen oder leicht blasigen, aber nicht oder nur stellenweise ineinandergeschachtelten, manchmal geschichteten Spezialhüllen, welche mehr oder weniger zerfließen können. Teilung quer. Zellen regellos nach allen Raumrichtungen angeordnet. Gelegentlich Nannocytenbildung.

Ableitung des Namens: ἀφανής (unsichtbar), θηνη (Behälter, in diesem Fall die Spezialhüllen der Zellen).

Leitart: *A. microscopica* Näg. in stehenden Gewässern, meist zwischen anderen Pflanzen, manchmal auch planktonisch, kosmopolitisch. Etwa 20 Arten, in stehenden Gewässern und an feuchten Felsen, auch an Wänden von Warmhäusern oft ausgebreitete gallertige Überzüge bildend. Die Unterscheidung ist ähnlich schwierig wie im Fall von *Aphanocapsa* (vgl. diese), zu der *Aphanothece* die Parallelförmigkeit bildet; der einzige Unterschied besteht in der länglichen Form der Zellen. Arten mit wenig längsgestreckten, breit ellipsoidischen Zellen nähern sich *Aphanocapsa* (Fig. 32 d), sehr lang stäbchenförmige Zellen besitzt *A. caldarium* P. Richter (Fig. 19). Durch die gelegentliche Ausbildung von blasigen Spezialgallerthüllen (z. B. bei *A. pallida* [Kütz.] Rabh.) tritt eine Annäherung an *Gloeothece* ein.

Die Teilung erfolgt typisch senkrecht auf die Längsachse. In der Regel erfahren die Tochterzellen sekundäre Verschiebungen und bilden daher keine Reihen, sondern dreidimensionale Anordnungen. Nur bei *A. nostocopsis* Skuja halten die Tochterzellen längere Zeit zusammen und bilden kurze, unregelmäßige Reihen. Im Fall der Nannocytenbildung läßt sich deutlich beobachten, wie die Tochter- und Einzelzellen innerhalb der Gallert-hüllen „umkippen“ und dadurch dreidimensionale Gruppen bilden (Fig. 19).

Bei *A. nostocopsis* Skuja kommen außerordentlich stark vergrößerte Zellen vor; ihre Bedeutung ist noch unklar.

Üblicherweise wird die Gattung in die beiden Sektionen *Coccochloris* und *Aphanothece* eingeteilt.

Sekt. I. *Coccochloris* (C. Sprengel) Kirchner in Kryptogamenflora Schlesien 1 (1878) 252. — *Coccochloris* C. Sprengel l. c. als Gattung. — Lager von verhältnismäßig bestimmter Gestalt, meist mehr oder weniger kugelig. — Leitart und wahrscheinlich einzige Art *A. stagnina* (Sprengel) A. Braun mit oft mehrere Zentimeter großen Lagern in stehenden Gewässern, kosmopolitisch.

Nach J. Boye-Petersen (Freshwater Cyan. Iceland, in Bot. of Iceland 2, 1923, 266–270) sind mit dieser Art identisch: *A. prasina* A. Braun, *A. Mooreana* (Harv.) Lagerh. und *A. coerulescens* A. Braun, wahrscheinlich aber auch die übrigen zu dieser Sektion gestellten Arten (L. Geitler in Rabh. Krypt.-Flora XIV, 1930, 165).

Die weit verbreitete und häufige Art bildet oft auffallende Massenv egetationen. Die Gallertlager sitzen auf Schlamm und Wasserpflanzen, lösen sich aber manchmal auch ab. Im Innern der Lagergallerte findet man nicht selten Kalkkristalle. Die var. *nemathece* Frémy aus Afrika besitzt auffallend langgestreckte Gallertlager.

Sekt. II. *Aphanothece* Kirchner in E. P. I. Aufl. I. 1a (1898) 55. — Lager formlos, weichgallertig bis schleimig. — Hierher die übrigen, zum Teil kosmopolitischen Arten, wie die Leitart *A. microscopica* Näg. in stehenden Gewässern, *A. pallida* (Kütz.) Rabh. und *A. saricola* Näg. an feuchten Felsen. In Warmhäusern ist *A. caldarium* P. Richt. (= *A. muralis* [Tom.] Lemmermann = *Gloeothece inconspicua* A. Br.) sehr häufig und durch die ausgebreiteten, oft lebhaft violett gefärbten Schleimlager auffallend; mikroskopisch ist die Art durch die sehr langen, zylindrischen, oft gebogenen Zellen und durch die reichliche Nannocytenbildung charakterisiert (Fig. 19). *A. bullosa* (Menegh.) Rabh. mit ellipsoidischen Zellen und bis 15 cm großen Gallertlagern wurde in Thermen in Italien, Afrika, Japan und Niederl.-Indien gefunden (Fig. 32 d).

11. *Gloeocapsa* Kützing, Phyc. Gen. (1843) 173<sup>1)</sup>. — Non *Gloeocapsa* Elenkin in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2, 1923, 68. — *Bichatia* Turpin in Mém. Mus. Hist.

<sup>1)</sup> Es wird hiermit vorgeschlagen *Gloeocapsa* Kützing gegen *Bichatia* Turpin auf die Liste der nomina generica conservanda zu stellen. — L. Geitler, H. Harms, J. Mattfeld.

Nat. Paris XVI (1828) 162, Taf. 11, Fig. 10; XVIII, 177, 194, Taf. 5, emend. Trevisan, Nomencl. Alg. I (1845) 59; *Algae Coccot.* (1848) 58; O. Kuntze, Rev. Gen. II (1891) 885; III. 2 (1898) 397; vgl. A. Le Jolis in Mém. Soc. nat. Sci. nat. math. Cherbourg XXX (1896) 198. — *Thaumaleocystis* Trevisan, *Algae Coccot.* (1848) 79. — *Monocapsa* Itzigsohn in Rabenh. Alg. exs. Dec. XXVII (1853) Nr. 263, in Bot. Ztg. XII (1854) 649. — Zellen kugelig, zu 2–8 oder auch zu mehreren in Kolonien mit ineinandergeschachtelten, blasigen Gallertmembranen (Spezialhüllen). Kolonien einzeln oder zu vielen beisammen und dann krustige oder gallertige Lager bildend. Membranhüllen geschichtet oder ungeschichtet, farblos oder gelb, braun, orange, rot, violett, blau oder fast schwarz gefärbt. Zellteilungen meist regelmäßig nach drei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen; die Zellen größerer Kolonien werden oft sekundär verschoben und sind infolge ungleicher Teilungen unregelmäßig gelagert. Gelegentlich Nannocytenbildung, häufig *Aphanocapsa*-artige Stadien. Bei einigen Arten große Zellen mit fester Membran (Dauerzellen), die im Fall der Entstehung aus eben geteilten Zellen zweiteilig sein können.

Der Name leitet sich von *γλοιος* (schleimig) und *capsa* (Behälter, Kapsel, d. i. Membranhülle) ab.

Wichtigste spezielle Literatur. C. Correns in Flora 72 (1889) (Dickenzustand durch Intussuszeption). — Formwechsel und Systematik: Lagerheim in Ber. Deutsch. Bot. Ges. X (1892) 526 (unter *Bichatria*). — F. Brand in Bot. Cbl. 83 (1900) 224. — N. Wille in Nyt Mag. Naturvidensk. 62, 1924 (1925) 184. — M. Hollerbach in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 3 (1924) 1. — F. Nováček in Arch. d. Verbandes Nat. Heimatschutz, Mohelno (Brünn 1934) (dasselbst auch weitere Lit.). — L. Geitler in Rabh. Krypt.-Flora XIV (1930).

Als Leitart kann *Gl. sanguinea* (Ag.) Kütz. l. c. 175 (*Haematococcus sanguineus* Ag.) betrachtet werden, eine Art mit blutroten Gallerthüllen (Sekt. *Rhodocapsa*), die an feuchten Felsen in Europa weit verbreitet ist und auf Schnee in Lappland, Spitzbergen und Grönland vorkommt; sie wurde einmal auch in Java gefunden.

Die Gattung bildet die morphologische Parallelfarm zu der Grünalge *Gloeocystis*. Von der sonst ähnlichen *Gloeotheca* unterscheidet sie sich durch die kugeligen Zellen. Wahrscheinlich künstlich ist die Abgrenzung gegenüber den Entophysalidaceen *Entophysalis*, *Placoma* und *Chondrocystis*, die sich nur durch die Ansammlung der Teilkolonien zu größeren Lagern und ihre Ausrichtung von *Gloeocapsa* unterscheiden, während die Teilkolonien selbst durchaus den für *Gloeocapsa* bezeichnenden Bau besitzen. Ähnlichkeit besteht auch mit *Pleurocapsa* s. str.

Die in der Diagnose hervorgehobene blasige Beschaffenheit der Gallertmembranen stellt nur einen Entwicklungszustand dar. Wie zuerst Brand (l. c.) festgestellt hat, ist die Ausbildung der Membranen und der Aufbau der Kolonien je nach den äußeren Lebensbedingungen sehr verschieden. Dies gilt im besonderen für die luftlebigen Arten, die bei Trockenheit ganz anders als bei Feuchtigkeit aussehen. Im allgemeinen werden bei lebhaftem Wachstum keine geschichteten blasigen Spezialhüllen ausgebildet, sie „zerfließen“ vielmehr, wie es bildlich heißt, zu einer mehr oder weniger homogenen Gallertmasse, so daß im äußersten Fall Kolonien vom Aussehen einer *Aphanocapsa* zustande kommen („*Aphanocapsa*-Stadium“, „status solutus“ Brands). Umgekehrt können bei langsamem Wachstum die Hüllen außerordentlich fest und eng werden, so daß wieder ein vom normalen blasigen Aussehen sehr verschiedener Habitus entsteht („status siccus“ Brands). Unter bestimmten Bedingungen können innerhalb weiter blasiger Hüllen von einer festen Spezialhülle umgebene, große Dauerzellen gebildet werden („status perdurans“ Brands); dazu unterscheidet Nováček noch den status familiaris simplex mit ungeschichteten, aber außen fest begrenzten Hüllen, und den status familiaris lamellosus mit deutlicher Schichtung der Gallerthüllen. Gleichzeitig mit diesen Veränderungen schwankt die Zellgröße entsprechend der veränderten Teilungsfrequenz, und bei Arten, welche fähig sind, pigmentierte Membranen auszubilden, verändert sich auch die Membranfärbung mit dem Wassergehalt und der Intensität der Belichtung von nahezu Farblosigkeit bis zu sehr intensiven Tönen. Je wasserreicher die Membranen sind, desto heller erscheinen bei sonst gleichen Bedingungen die Färbungen. Die Beeinflussung durch das Licht wird, wie auch bei anderen Blaualgen, dadurch unmittelbar deutlich, daß in größeren Lagern nur die belichteten, also oberflächlichen Kolonien, oder auch innerhalb einer Kolonie oder selbst einer Membranhülle nur die belichteten Teile gefärbt sind. Daß infolge dieser Umstände der Formwechsel in jedem Einzelfall eines besonderen Studiums



bedarf, ist selbstverständlich, da andernfalls Entwicklungszustände einer Art als verschiedene Arten aufgefaßt und umgekehrt verschiedene Arten als Entwicklungszustände einer Art mißverstanden werden können. Fig. 33 gibt eine gewisse Vorstellung von diesen

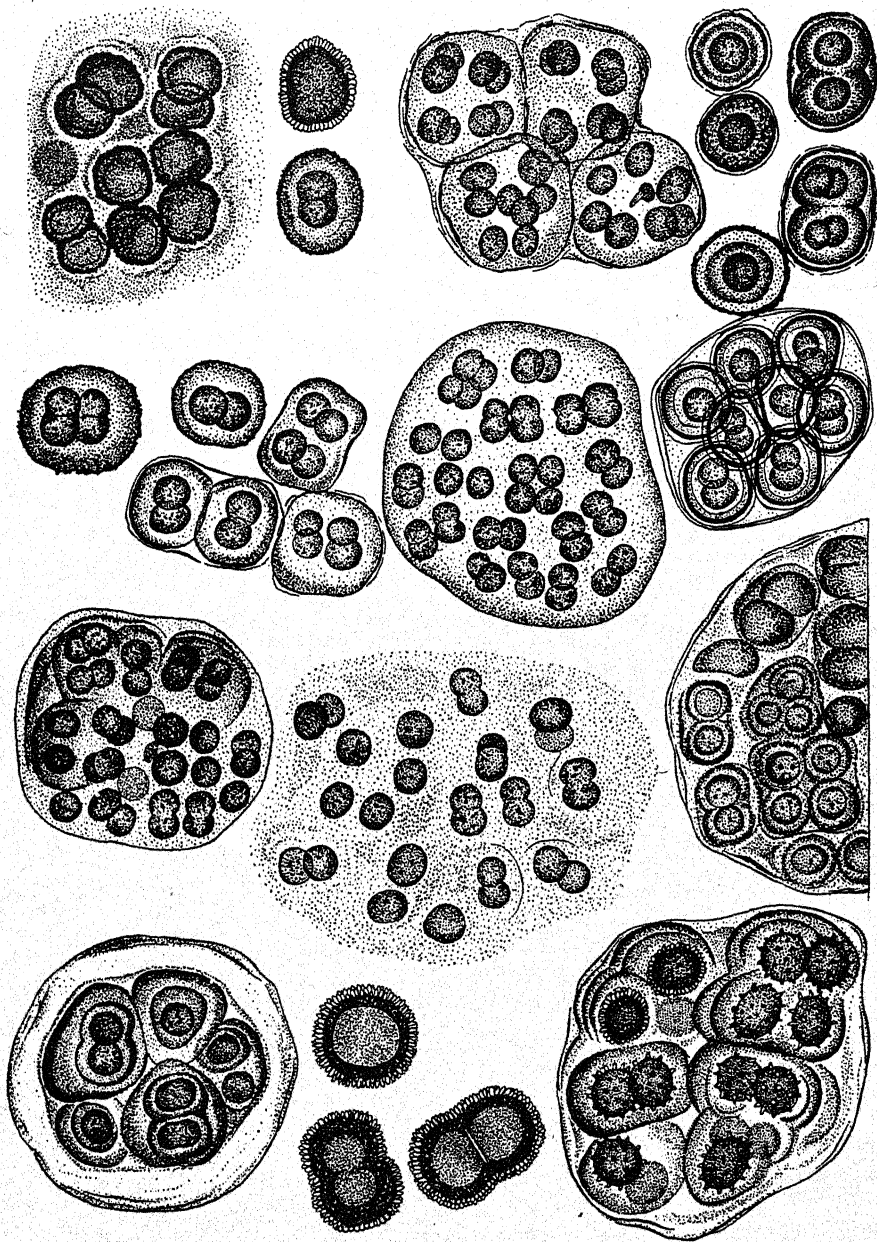


Fig. 33. Verschiedene Ausbildungsweisen der Kolonien von *Gloeocapsa alpina* Näg. em. Brand; links oben und rechts unten Dauerzellen; die im Bild dunkel erscheinenden Hüllen sind im Leben violett gefärbt. — Umgezeichnet nach Nováček.

Verhältnissen. Zur Zeit kann der Formwechsel wohl für keine der Arten, welche in dieser Weise „polymorph“ sind (*Gl. alpina*, *magma* u. a.), als restlos geklärt gelten. Als besondere Schwierigkeit kommt hinzu, daß an extremen Standorten oft nur bestimmte Stadien ausgebildet werden.

Außerdem sind gewisse morphologische Eigentümlichkeiten mancher Arten noch kaum beachtet worden. So zeigen viele Bewohner trockener Felsen innerhalb der Krusten Neigung, die Teilkolonien in aufrechten Reihen anzuordnen, wodurch die Abgrenzung gegenüber sonst ähnlichen Entophysalidaceen schwierig wird. Die für *Chondrocystis* angegebene einseitige Förderung des Membranwachstums, welche zu exzentrisch geschichteten Hüllen führt, kommt auch bei *Gl.*-Arten vor (vgl. Geitler l. c. Fig. 81 und Nováček). Der Feinbau der Membranen bedarf überhaupt noch einer genaueren Untersuchung, im besonderen die Ausbildung körnig-pigmentierter Schichten und anscheinend netziger Farbstoffablagerungen (vgl. Geitler l. c. 179).

Im ganzen sind wohl 30–40 Arten vorhanden. Durch ein kritisches Studium wird sich ihre Zahl wahrscheinlich noch erhöhen (so hat z. B. Brand alle Formen mit violetten Hüllen zu einer Art *Gl. alpina* s. lato gezogen; es gibt aber sicher mehrere morphologisch und auch ökologisch charakterisierbare gute Arten mit violetten Hüllen). Andererseits wurden manche Arten infolge offener Beobachtungsirrtümer aufgestellt und werden daher zu streichen sein.

Die meisten Arten leben an sehr feuchten bis ganz trockenen Felsen, Mauern, Holz- und Strohdächern, Bretterzäunen u. dgl.; besitzen sie, wie es meist der Fall ist, gefärbte Hüllen, so erzeugen sie mehr oder weniger auffallende braune, violette oder rote bis schwarze Färbungen des Substrats oder erscheinen als mehr oder weniger dicke, gefärbte, krustige Überzüge<sup>1</sup>). Manche Arten finden sich auch in Warmhäusern. Einige Arten leben untergetaucht im Süßwasser (*Gl. gelatinosa* Kütz. wahrscheinlich kosmopolitisch in Thermen); *Gl. crepidinum* Thuret lebt in der Brandung der Meeresküsten der ganzen Welt<sup>2</sup>). Kaum systematisch untersucht sind jene Formen, die in Kalksteinen einige Millimeter unter der Oberfläche leben und beim Zerschlagen des Gesteins an der Bruchfläche als blaugrüner Saum erscheinen.

Manche Arten bilden die Gonidien von felsbewohnenden Gallertflechten; z. B. ist *Gl. alpina* Näg. em. Brand mit violetten Hüllen die Alge von *Synalissa violacea*, *Gl. sanguinea* (Ag.) Nováček mit roten Hüllen die Alge von *Synalissa ramulosa*, *Gl. rupestris* mit braungelben Hüllen die von *Peccania coralloides* (Geitler in Arch. f. Protok. 88 (1937) 173).

*Gl. aeruginosa* (?) u. a. bilden an vulkanischen Felsen in Japan an manchen Stellen Massenansammlungen und werden von der einheimischen Bevölkerung verzehrt (H. Mollisch, Pflanzenbiologie in Japan, Jena 1926, 104 ff.).

Die Arten werden praktischerweise nach der Färbung der Hüllen in 4 Sektionen eingeteilt. Dabei ist jedoch zu beachten, daß grundsätzlich unter bestimmten Umständen alle Arten mit gefärbten Hüllen auch farblos ausbilden können, so daß die Zugehörigkeit zur Sektion *Hyalocapsa* (mit farblosen Hüllen) nur durch Studium eines größeren Materials sicher festgestellt werden kann (für die Meinung, daß alle Arten mit farblosen Hüllen nur unpigmentierte andere Arten sind, fehlt jeder Beweis). Daß zwischen den rot, blau bzw. violett oder schwarz und gelb bis braun pigmentierten Arten keine Übergänge vorkommen, ist sicher; gegenteilige Angaben beruhen auf den Beobachtungen von Gemischen verschiedener Arten, wie sie sehr häufig anzutreffen sind. Eine tiefere stammesgeschichtliche Bedeutung kommt der Einteilung in Sektionen nicht zu.

#### Übersicht der Sektionen

- |  |            |                    |
|--|------------|--------------------|
| A. Hüllen immer farblos . . . . .                    | Sekt. I.   | <i>Hyalocapsa</i>  |
| B. Hüllen gefärbt, nur in bestimmten Stadien farblos |            |                    |
| a) Hüllen gelb bis braun oder braunschwarz . . . . . | Sekt. II.  | <i>Chrysocapsa</i> |
| b) Hüllen rot, braunrot oder orange . . . . .        | Sekt. III. | <i>Rhodocapsa</i>  |
| c) Hüllen blau, violett oder blauschwarz . . . . .   | Sekt. IV.  | <i>Cyanocapsa</i>  |

<sup>1</sup>) Vgl. zuletzt O. Jaag in Verh. Schweiz. Naturf. Ges., Solothurn 1936, 56.

<sup>2</sup>) *Gl. crepidinum* wurde auch für eine *Pleurocapsa* gehalten (vgl. das dort Gesagte).

Sekt. I. *Hyalocapsa* Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 54. — *Eugloeocapsa* Hansg. Prodr. Alg. Böhm. II (1892) 152 pro parte. — Kirchner schließt in diese Sektion auch Arten ein, die sehr hell gefärbte Hüllen besitzen. Nach den jetzigen Kenntnissen ist es richtiger, in die Sektion nur Arten aufzunehmen, denen die Fähigkeit zur Pigmentbildung überhaupt abgeht.

Etwa 10 Arten. *Gl. granosa* (Berk.) Kütz. mit 4–5  $\mu$  großen Protoplasten an Felsen, in Warmhäusern und in stehendem Wasser in Europa und Nordamerika; *Gl. punctata* Näg. mit 0,8–1,5  $\mu$  großen Protoplasten an Felsen in Europa, Nordamerika, Afrika und Niederl.-Indien, wohl kosmopolitisch (nach A. Ercegović in Acta Bot. Inst. Zagreb. 1, 1925, 80 wäre die Art als farbloses Stadium von *Gl. dermochroa* Näg., die gelbe bis braune Hüllen besitzt, aufzufassen); *Gl. gelatinosa* Kütz. mit 2,5  $\mu$  großen Protoplasten auf Erde und in Thermen wie vorige; *Gl. polydermatica* Kütz. mit auffallender Membranschichtung an feuchten Felsen, wohl kosmopolitisch.

Sekt. II. *Chrysocapsa* Hansg. Prodr. Alg. Böhm. II (1892) 150. — Sekt. *Xanthocapsa* (Näg.) Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 54. — Etwa 10 Arten. *Gl. crepidinum* Thuret bildet gallertige Krusten in der Flutgrenze der Meere und im Binnenland auf Salzboden, kosmopolitisch; *Gl. deusta* (Menegh.) Kütz. an den Küsten der Adria, des Mittelmeers und Westindiens. *Gl. rupestris* Kütz. mit 6–11  $\mu$  großen Protoplasten wächst kosmopolitisch an feuchten Felsen, *Gl. dermochroa* Näg. mit 1,5–3  $\mu$  großen Protoplasten an feuchten Felsen in Europa und Afrika; beide sehr häufig.

Setchell und Gardner (in Univ. Calif. Publ. Bot. 6 (1918) 465, Taf. 39; 8 (1919) 37, Taf. 5) fanden eine Form mit Nannocytenbildung, die sich sonst nicht von *Gl. crepidinum* unterscheidet; sie meinen, daß es sich um eine eigene Art, die sie als *Pleurocapsa gloeocapsoides* bezeichnen, handelt. Ercegović (in Arch. f. Protok. 77, 1930, 362) glaubt dagegen, daß derartige Formen mit *Gl. crepidinum* identisch sind, daß die Art aber zu den Pleurocapsalen zu stellen ist und *Pleurocapsa crepidinum* (Thuret) Ercegović zu heißen hat. Nach P. Frémy (Cyan. Côtes d'Europe, 1934, 27) ist diese Pflanze jedenfalls nicht identisch mit *Pleurocapsa crepidinum* Collins (in Rhodora 1901, 136). — *Gl. gigas* W. et G. S. West mit auffallend großen Zellen in Westindien und auf Samoa.

Sekt. III. *Rhodocapsa* Hansg. Prodr. Alg. Böhm. II (1892) 147. — *Rhodocapsa* Hansg. in Öst. Bot. Zeitschr. XXXIV (1884) 914 als Sekt., aber mit Artkombination. — Etwa 10 Arten, die gut bekannten durchwegs luftlebig, an Felsen, auf altem Holz, Moosen usw. *Gl. thermalis* Lemmermann in Thermen auf Hawaii und in einer heißen Schwefelquelle in Budapest (erst zweimal aufgefunden) bedarf wohl weiterer Untersuchung.

Das Rot der Membranen ist manchmal ein reines Blutrot oder Orangerot oder hat sogar einen Stich nach purpurn. In anderen Fällen handelt es sich mehr um braunrote Töne, die dann nicht verwechselt werden dürfen mit den rein braunen oder gelblichen Tönen der Sektion *Chrysocapsa*, die nie rotstichig werden. Es ist zu beachten, daß manche Beobachter rotuntersichtig sind und daß dementsprechend in Diagnosen und farbigen Abbildungen die Töne falsch, nämlich zu braun wiedergegeben sind.

*Gloeocapsa magma* (Bréb.) Kütz. em. Hollerbach l. c. (inkl. *Chroococcus Simmeri* Schmidle und *Gloeocapsa Dvořáki* Nováček — vgl. L. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. 1930–32, 198 und 1163, 1164) mit relativ engen, festen, oft dunkelrotbraunen Spezialhüllen (Fig. 34) ist eine Leitform der kalkarmen Urgesteinsfelsen (Gneiß, Glimmerschiefer usw.), findet sich aber auch auf Schindeldächern u. dgl., wo sie schwarzrote Krusten bildet; die Standorte sind oft sehr stark besonnt. Die Art wird als kosmopolitisch angesehen, doch läßt sich über ihre geographische Verbreitung nichts Sicheres aussagen, da bisher vielfach andere selbständige Arten zu ihr gezogen wurden (so *Gloeocapsa Itzigsohnii* Bornet, die durch weite, orangefarbene bis kupferrote Hüllen charakterisiert ist). An feuchteren Standorten, zwischen Moosen an Felsen u. dgl. kommt häufig *Gl. sanguinea* (Ag.) Nováček vor (anscheinend kosmopolitisch).

Sekt. IV. *Cyanocapsa* Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 54. — Es lassen sich zur Zeit wohl etwa 5 Arten unterscheiden; Brand l. c. hat alle Arten mit violetten Hüllen zu *Gl. alpina* Näg. em. Brand vereinigt, was sicher unrichtig ist (vgl. L. Geitler, l. c.). — Anscheinend kosmopolitisch an feuchten Felsen, zwischen Moosen u. dgl. lebt *Gl. alpina* Näg. em. Brand mit 4–6 (–8)  $\mu$  großen Protoplasten, meist mit inneren geschich-

teten, dunkelvioletten und äußeren mehr oder weniger farblosen Hüllen; vergrößerte Dauerzellen mit fester, enganliegender Spezialmembran, oft eckig (Fig. 7 b, 33). Wesentlich kleinere Zellen besitzt *Gl. compacta* Kütz., die an ähnlichen Standorten in Europa und Nordamerika vorkommt. — Anscheinend selbständige Arten mit kleinen Zellen und grauen bis schwarzen oder stahlblauen Hüllen, die in den Alpen nicht selten anzutreffen sind, wurden noch nicht oder mangelhaft beschrieben.

12. *Gloeotheca* Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1849) 57—59. — Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, gerade oder gebogen, an den Enden nicht verjüngt oder zugespitzt, sondern breit abgerundet, in kleinen Kolonien oder großen Lagern. Teilung quer, Verteilung der Tochterzellen nach drei Raumrichtungen. Hüllen- und Koloniebau typischerweise wie bei *Gloeocapsa*: Hüllen blasig, ineinandergeschachtelt, geschichtet oder ungeschichtet; manchmal verquellen die äußeren Hüllen, die Zellen sind dann nur von Spezialhüllen umgeben und in gemeinsamer Gallerte eingebettet. Hüllen farblos oder gelb bis braun, oder blau bis violett (auch rot?) gefärbt. Typische Nannocytenbildung anscheinend selten, oft aber angedeutet durch schnellen Teilungsablauf, wodurch mehrere kurze bis fast kugelige Zellen ohne Spezialhüllen in einer gemeinsamen Hülle zu liegen kommen. Dauerzellen unbekannt.

Ableitung des Namens: *γλοιος* (schleimig), *θηκη* (Behälter = Hüllen der Zellen).

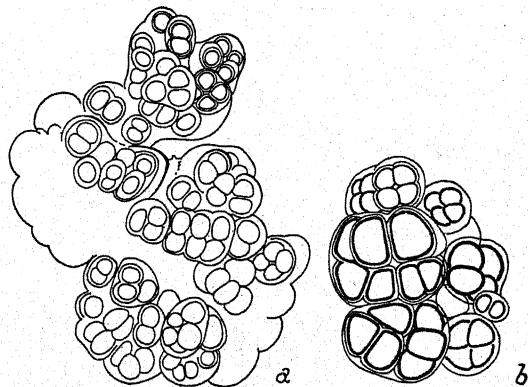


Fig. 34. Kolonien von *Gloeocapsa magma* (Bréb.) Kütz. em. Hollerbach. *a* kleinzellig, mit weiten Hüllen, *b* großzellig, mit engen Hüllen; die Hüllen sind im Leben orangerot gefärbt. — Nach Geitler.

Leitart: *Gl. linearis* Näg. l. c. 58, Taf. I G 2, mit 1,5—2,5  $\mu$  breiten, langzylindrischen Zellen und farblosen Hüllen, an feuchten Felsen u. dgl., in Warmhäusern, gelegentlich im Plankton (?), angeblich auch in Torfsümpfen, in Europa und Nordamerika.

Die Gattung unterscheidet sich von *Gloeocapsa* durch die länglichen Zellen, von *Aphanothece* durch die deutliche Hüllenbildung. Übergänge kommen vor, so daß die Abgrenzung im Einzelfall willkürlich ist. In großen Lagern wechselt die Ausbildung der Hüllen manchmal derart, daß oberflächlich typische blasige und ineinandergeschachtelte Hüllen vorhanden sind, in den inneren Lagerteilen die Hüllen aber undeutlich werden („zusammenfließen“). Im übrigen herrscht die gleiche Mannigfaltigkeit der Entwicklungsstadien wie bei *Gloeocapsa* (vgl. diese). Für *Gloeotheca rupestris* (Lyngbye) Bornet hat die von Außenbedingungen abhängigen Veränderungen J. Brunenthaler (in Sitzber. Ak. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl. 118, 1909) näher untersucht.

Die Zellteilung erfolgt senkrecht zur Längsachse der Zelle, die Tochterzellen verschieben sich jedoch wie bei *Aphanothece* derart, daß dreidimensionale Anordnungen zustande kommen. Es handelt sich um Verschiebungen, die dadurch eintreten, daß die innerhalb der Gallerthülle in die Länge wachsenden Tochterzellen „umkippen“ und schließlich parallel zu liegen kommen (Fig. 7 a). Die nächste Teilung, die in bezug auf die einzelne Tochterzelle wieder eine Querteilung ist, erfolgt senkrecht auf die ursprüngliche Teilungsrichtung. Nach N. Wille (in Hedwigia 53, 1913, 144) sollen die Tochterzellen bei *Gl.*

*samoënsis* Wille im rechten Winkel zur Teilungsebene der Mutterzelle auswachsen, so daß gewissermaßen ein Polaritätswechsel vorläge. Die Erscheinung findet jedoch ihre einfache Erklärung in der angegebenen Weise, beruht also wohl im wesentlichen auf Stauchung infolge Raumbegrenzung. Doch kommt ein autonomer Wechsel der Teilungsrichtungen bei kurzzeitigen Arten jedenfalls vor und ist im Hinblick auf die nahe Verwandtschaft mit *Gloeocapsa* leicht verständlich.

Die Gattung umfaßt gegen 20 zum Teil recht unsichere Arten, die anscheinend feuchte Standorte an Felsen, zwischen Moosen usw. bevorzugen. Marine Arten sind unbekannt. Üblicherweise werden nach der Hüllenfärbung zwei Sektionen unterschieden:

Sekt. I. *Hyalothece* Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 55. — Hüllen farblos. *Gl. linearis* Näg. (s. oben); *Gl. palea* (Kütz.) Rabh. (bisher aus Europa und Niederl.-Indien bekannt) u. a.

Sekt. II. *Chromothece* Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 55. — Hüllen gefärbt (bei lebhaftem Wachstum an feuchten, lichtarmen Standorten auch farblos). A. Hüllen gelb bis braun: *Gl. rupestris* (Lyngbye) Bornet mit 4–4,5  $\mu$  breiten, zylindrischen Protoplasten und mehr oder weniger deutlich geschichteten Hüllen, kosmopolitisch an feuchten Felsen u. dgl., sehr häufig; var. *tepidarium* (A. Braun) Hansg. mit etwas größeren Zellen und meist farblosen Hüllen, verbreitet in Warmhäusern; außerdem noch einige andere Varietäten (Fig. 7a). — B. Hüllen blau oder violett: *Gl. ustulata* Beckmannag. mit 7,5–8,6  $\mu$  breiten Protoplasten, und *Gl. coerulea* Geitler mit nur 0,8  $\mu$  breiten Protoplasten, beide erst einmal an feuchten Felsen in den Alpen gefunden.

Eine unsichere Art mit angeblich „rötlichen“ Hüllen ist *G. dubia* (Wartm.) Geitler.

13. **Chroococcus** Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1849) 45. — *Chroococcus* a) verus (*Acapsa*) Nägeli l. c. p. 53. — *Rhodococcus* Hansgirg in Öst. Bot. Zeitschr. XXXIV (1884) 314. — non *Chroococcus* Elenkin, Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2, 1923, 68. — Zellen kugelig (nach der Teilung halbkugelig bzw. quadranten- oder oktantenförmig), selten einzeln, meist zu 2, 4 oder 8, seltener zu mehreren in Kolonien beisammen, mit homogenen oder geschichteten, ineinandergeschachtelten, aber nicht wie bei *Gloeocapsa* deutlich blasig aufgetriebenen, farblosen oder selten gelben bis braunen Hüllen. Bei manchen Arten liegen mehrere Zellen samt ihren Spezialhüllen in einer gemeinsamen homogenen Hülle, wobei die Spezialhüllen auch unsichtbar werden können. Teilungen abwechselnd nach 3 aufeinander senkrecht stehenden Richtungen, spätere Teilungswände auch schief orientiert. Tochterzellen typisch zu vieren quadratisch oder zu achten kubisch gestellt, in mehrzelligeren Kolonien meist sekundär verschoben oder infolge schiefer Teilungen von Anfang an anders gelagert. Meist deutlicher Rhythmus von Wachstum ohne Teilung und Teilung ohne Wachstum. Nannocytenbildung anscheinend selten.

Der Name leitet sich von *χρως* (Farbe) und *κοκκος* (Kern) ab.

Leitart: *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg.<sup>1)</sup> l. c. (*Protococcus turgidus* Kütz. Tab. Phyc. I, 1845, Taf. VI, Fig. 1) mit bis 32  $\mu$  großen Protoplasten und undeutlich geschichteten farblosen Hüllen, kosmopolitisch in Hochmooren, aber auch von anderen Biotopen angegeben, vielleicht eine Sammelart (vgl. L. Geitler in Rabh. Krypt.-Flora XIV, 1930, 228); Fig. 18.

Der Unterschied gegenüber *Gloeocapsa* liegt in der Ausbildung der Gallerthüllen und ist nur gradueller Natur, so daß in Einzelfällen Übergänge vorkommen. Bei Planktonformen liegen meist mehrere Zellen samt Spezialhüllen in einer weiten homogenen Gallert-hülle, wodurch ein abweichender Habitus entsteht. Bei *Chr. schizodermaticus* W. West und einigen anderen Arten blättern die Hüllenschichten auf, wobei die äußeren abgeworfen werden; die Zellen „häuten“ sich also (Fig. 35).

Bei einer Art fand W. B. Crow (in Arch. f. Protok. 61, 1928, 379) Nannocytenbildung, was aber noch weiterer Untersuchung bedarf; denn diese Art, *Chr. macrococcus* (Kütz.) Rabh., ist keine Blaualge, sondern eine Dinophyceae, und zwar *Gloeodinium montanum* Klebs. Da noch in der neuen Literatur Verwechslungen von *Gloeodinium* und ähnlichen

<sup>1)</sup> Da der von Nägeli l. c. zur Leitart bestimmte *C. rufescens* (Bréb.) Näg. auf Grund der bloß physiologisch bedingten Gelbfärbung aufgestellt wurde und wahrscheinlich kein *Chroococcus* ist (*Pleurococcus rufescens* Bréb.), schlage ich *C. turgidus* (Kütz.) Näg. als Leitart der Gattung *Chroococcus* vor.

Formen mit *Chroococcus* vorkommen<sup>1)</sup>, sei besonders darauf hingewiesen, daß diese Formen einen Zellkern, braune Chromatophoren, Stärke und Hämatochrom besitzen und unter Umständen *Gymnodinium*-artige Schwärmer ausbilden (vgl. auch L. Geitler in Rabh. Krypt.-Flora XIV, 1930, 223 ff.).

Die Artensystematik ist schwierig, da die Unterschiede vielfach fließend sind und sichere Kriterien des Wertes bestimmter Merkmale (wie der Hüllenschichtung) noch fehlen (vgl. N. Wille in Nyt Mag. Naturvid. 62, 1924). Welche Bedeutung die Färbung des Zellinhalts besitzt, ist noch unklar; in früheren Zeiten wurde sie einfach als sicheres Merkmal verwendet, und Hansgirg (Prodr. Alg.-Fl. Böhmen II, 1892, 159) unterschied danach sogar die Sektionen *Rhodococcus* (mit rötlichem bis violetttem Inhalt), *Chrysococcus* (mit gelbem oder orangefarbigem Inhalt) und *Euchroococcus* (mit mehr oder weniger grünem oder bräunlichem Inhalt). Da es erwiesen ist, daß viele Arten je nach den Ernährungsverhältnissen und der Beleuchtung ihre Assimilationspigmente und Begleitfarbstoffe in verschiedenen Mengen ausbilden, kann dieses Merkmal nicht mehr verwendet werden (besonders gelbe Farbtöne stellen sich allgemein bei Blaualgen bei Stickstoffmangel ein). Andererseits könnten doch in Einzelfällen bestimmte Färbungen spezifisch sein oder doch unter jenen Außenbedingungen, die am natürlichen Standort meist verwirklicht sind, normalerweise ausgebildet werden, so daß sie zumindest als praktischer

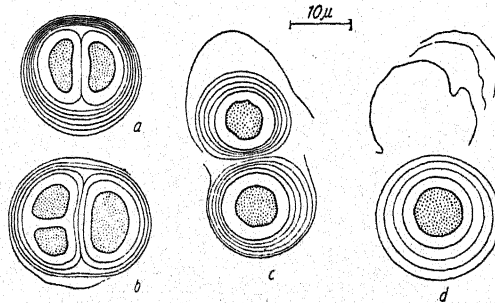


Fig. 35. *Chroococcus schizodermaticus* W. West var. *incoloratus* Geitl., b—d in „Häutung“ (Abstoßung der äußeren Membranschichten); die Protoplasten sind geschrumpft (Formolmaterial). — Nach Geitler und Ruttner.

Fingerzeig verwendet werden könnten. Dies gilt besonders für die rötlichen und grauen Töne, die für manche Arten bezeichnend zu sein scheinen. Dabei ist allerdings die Färbung der lebenden Zelle zu berücksichtigen; denn in konserviertem (fixiertem oder getrocknetem) Material verändert sich die Färbung häufig, z. B. nach violett.

Etwa 25 Arten mit Varietäten, viele kosmopolitisch. Die meisten Arten leben in stehenden Gewässern (*Chr. turgidus* typisch in Hochmooren), an feuchten Felsen (auch in Warmhäusern), einige sind typische Planktonten. *Chr. membraninus* (Menegh.) Näg. lebt in Thermen; *Chr. minor* (Kütz.) Näg. wurde auch in heißen Schwefelquellen gefunden, in einem anderen Fall bildete er ein Massenvorkommen und trat als Schlammbildner auf (R. Sernander in Geol. Fören. Förh. 40, 1918). Einige Arten bzw. Varietäten treten gelegentlich in Salzwasser auf.

**A.** Zellen einzeln oder zu wenigen. — **Aa.** Hüllen geschichtet und farblos: *Chr. turgidus* (Kütz.) Näg. (vgl. oben und Fig. 18). — *Chr. giganteus* W. West mit bis 58  $\mu$  großen Protoplasten, in stehendem Wasser in England und Nordamerika. — *Chr. tenax* (Kirchn.) Hieron. mit 16–21  $\mu$  großen Protoplasten und deutlicher Hüllenschichtung (manchmal mit gelben Hüllen), in stehendem Wasser und an feuchten Felsen in Europa. — **Ab.** Hüllen geschichtet, gelb bis braun: *Chr. schizodermaticus* W. West (Fig. 35) in stehendem Wasser und an feuchten Felsen in Europa, Nordamerika, Indien, eine var. in Afrika und Niederl.-Indien (wohl kosmopolitisch). — **Ac.** Hüllen ungeschichtet: *Chr. minutus* (Kütz.) Näg., kosmopolitisch in stehendem Wasser, auch in Thermen und Salzwasser.

<sup>1)</sup> Sogar noch 1930 (P. Frémy, Myx. Afrique équat. Franç., Caen 1930).



**B. Zellen zu mehreren in Gallertlagern.** — **Ba.** Freischwimmend: *Chr. limneticus* Lemmermann meist planktonisch, manchmal auch in Salzwasser, wahrscheinlich kosmopolitisch. — **Bb.** Festsitzend: *Chr. cohaerens* (Bréb.) Näg. mit ungeschichteten Hüllen und flächig zusammenschließenden Zellen, kosmopolitisch in stehendem Wasser und an feuchten Felsen. — *Chr. minor* (Kütz.) Näg. mit ungeschichteten Hüllen und regellos zusammenschließenden Zellen, kosmopolitisch in stehendem Wasser und an feuchten Felsen. — *Chr. varius* A. Braun mit geschichteten Hüllen, an feuchten Mauern (auch in Warmhäusern), wahrscheinlich kosmopolitisch.

**14. Lithomyxa** Howe, Shorter Contrib. Gen. Geology (1931) 63, Taf. 19–23. — Zellen mehr oder weniger kugelig, eiförmig oder kurz zylindrisch, sehr klein ( $0,3-1\ \mu$  breit), ausgebreitete verkalkte, steinerne Lager bildend. Membranen gallertig, zerfließend, schwer sichtbar. Zellteilung anscheinend nach einer Raumrichtung; Tochterzellen zu zweien, vierten oder mehreren in unregelmäßigen Gruppen. Zellen blaßblaugrün, an lichtlosen Stellen vielleicht farblos.

Der Name leitet sich von *λίθος* (Stein) und *μύξα* (Schleim) ab.

Die einzige Art, *L. calcigena* Howe, bildet in Bächen Nordamerikas mehrere Zentimeter dicke, gesteinsartige, geschichtete Lager und gibt Anlaß zur Entstehung ausgehnter Travertine.

Die Zellen sind, wie Howe betont, nicht in aufrechten oder radialen Reihen angeordnet. Demnach empfiehlt sich die Einordnung in die Chroococcaceen. Andererseits besteht doch eine allgemeine Ähnlichkeit mit Entophysalidaceen, so daß sich die Gattung mit einigem Recht auch dorthin stellen ließe.

**15. Coccopedia** Troitzkaja in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 1 (1922) 129. — Zellen kugelig, zu flachen, tafelförmigen, freischwimmenden Kolonien vereinigt, unregelmäßig (nicht wie bei *Merismopedia* in Längs- und Querreihen) angeordnet, in gemeinsamer Gallerte. Zellteilung nach zwei Raumrichtungen.

Der Name leitet sich von *κοκκος* (Kern) und *πέδιον* (Fläche) ab.

Einzige Art: *C. limnetica* Troitzkaja mit  $1,5-2\ \mu$  großen Zellen, in einem Sumpf bei Leningrad.

Die Art unterscheidet sich von *Microcrocis* nur durch die nicht senkrecht zur Koloniefäche verlängerten Zellen; eine Vereinigung mit dieser Gattung wäre also möglich.

**16. Microcrocis** P. Richter in Hauck et Richter, Phyc. univers. Fasc. 11 (1892) Nr. 548; Hedwigia 32 (1893) 74. — *Merismopedium* subgen. *Holopedium* Lagerheim, Bidr. Sverig. Algfl., in Öfvers. Kgl. Vet. Akad. Förhandl. Stockholm 1883 No. 2. 42, Taf. 1, Fig. 5–6. — *Holopedium* Lagerheim in Nuova Notarisia (1893) 209; *Holopedia* auct. — non *Holopedium* Elenkin in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petrop. 2 (1923) 66. — Zellen zu tafelförmigen Kolonien von mehr oder weniger unregelmäßigem Umriß vereinigt, ellipsoidisch bis zylindrisch (die Längsachse steht senkrecht zur Fläche der Kolonie), mit abgerundeten Enden, ohne Spezialhüllen, in gemeinsamer Gallerte. Teilungen nach zwei Raumrichtungen in der Kolonieebene.

Der Name leitet sich von *μικρος* (klein) und *κροκίς* (Flocke), und *Holopedium* von *σλος* (ganz) und *πέδιον* (Fläche) ab.

Leitart: *M. Dieteli* P. Richter. — Etwa 3–4 Arten: *M. geminata* (Lagerh.) Geitler comb. nov. (= *Microcrocis Dieteli* P. Richter = *Holopedium geminatum* Lagerh. = *H. Dieteli* (P. Richter) Migula; diese Identität wird von P. Richter in Hedwigia 32, 1893, 74 bezweifelt) mit  $6-7\ \mu$  breiten, senkrecht zur Kolonieebene stark gestreckten Zellen, in stehendem Wasser (Europa, Nordamerika) (Fig. 36). — *M. sabulicola* (Lagerheim) Geitler comb. nov. (= *Holopedium sabulicolum* Lagerh.) mit  $3-4\ \mu$  breiten Zellen, in Meer- und Brackwasser an der schwedischen und lettlandischen Ostseeküste und in Salzmarschen in England. — Eine ähnliche Süßwasserart, *M. pulchella* (Buell) Geitler (*Holopedium pulchellum* Buell), in Nordamerika. — *M. irregulare* Geitler nom. nov. (*Holopedium irregulare* auct. non Lagerheim) mit großen gefalteten Kolonien und  $2-3\ \mu$  breiten Zellen, in stehendem Wasser (Europa, Afrika). (*Holopedium irregulare* Lagerh. ist nach Lagerheim in N. Notarisia 1893, 209 das Coccus-Stadium einer höheren Cyanophyceae.)

Eine völlig abweichende Art ist *Holopedium bellum* Beck v. Mannagetta, die erst einmal in einem Teich in Kärnten gefunden wurde (Arch. f. Protok. 66 (1929) 10, Fig. 12).

Die Membranen zwischen den Zellen sollen „kollenchymatisch verdickt“ sein; außerdem sind die Außenmembranen papillenartig vorgewölbt. Elenkin betrachtet die Art daher als eigene Gattung *Beckia* (Monograph. Alg. Cyan. URSS. 1936, 539). Doch ist es fraglich, ob es sich überhaupt um eine Blaualge handelt; Beck's Bilder sehen einem Moos-Brutkörper nicht unähnlich. Andererseits stellt H. Skuja (Acta Horti Bot. Univ. Latv. 1939) fest, daß auch bei *M. geminata* eine Art von kollenchymatischer Struktur sichtbar ist, daß diese aber nur optisch vorgetäuscht wird. Jedenfalls wären weitere Untersuchungen nötig.

Forti in De-Toni (Sylloge Alg. V. 1905, 110) unterteilt die Gattung *Holopedium* in zwei Untergattungen: *Euholopedium* Forti mit wenig senkrecht zur Kolonieebene gestreckten Zellen (die meisten Arten) und *Microcrocis* (P. Richt.) Forti mit senkrecht zur Kolonieebene stark gestreckten Zellen (*H. geminatum*).

Die Gattung unterscheidet sich von *Merismopedia* dadurch, daß die Zellen regellos in der Fläche verteilt sind. Ob dies immer darauf beruht, daß zwar die Teilungsebenen senkrecht aufeinander stehen, die Tochterzellen sich aber verschieben, oder ob von Anfang an schiefe Teilungen auftreten können, bleibt näher zu untersuchen.

*Holopedia dednensis* Pavalek in N. Notarisia ser. XXXVI (1925) 293, Fig. 7, die nur mit kroatischer Diagnose veröffentlicht wurde, ist nach der Abbildung zweifellos eine *Merismopedia*, und zwar wahrscheinlich *M. elegans* A. Braun.

17. *Merismopedia* Meyen, N. Syst. d. Pflanzen-Physiologie 3 (1839) 440<sup>1)</sup>. — Non *Merismopedia* Elenkin, Monogr. Alg. Cyan. URSS 1 (1936) 539. — inkl. *Pseudoholopedia* (Ryppowa) Elenkin l. c. — *Agmenellum* Brébisson in Orb. Dict. I (1841) 198. — *Merismopedium* auct. — Kolonien tafelförmig, durch regelmäßig abwechselnde Teilungen nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen gebildet, meist, namentlich in der Jugend, eben und quadratisch oder rechteckig, im Alter oft gefaltet oder mehr oder weniger zusammengerollt und mit einspringenden rechten Winkeln, immer aus einer einzigen Zellenlage aufgebaut, in der Regel freischwimmend. Zellen in regelmäßigen Längs- und Querreihen, oft in Vierergruppen, kugelig oder ellipsoidisch bis zylindrisch (im letzten Fall steht die lange Achse senkrecht auf der Kolonieebene), mit oder ohne Spezialhüllen, in gemeinsamer Gallerte.

Meyen schreibt an beiden Stellen *Merismopedia*. Er gibt keine Ableitung des Namens. Da er aber seinen Gattungsnamen *Pediastrum* (in Nova Acta Acad. Caes. Leop. XIV, 1829, 772) gebildet hat aus *πεδη* und *ἄστρον*, so wird auch wohl *Merismopedia* analog abzuleiten sein von *μερισμα* (das Geteilte) oder *μερισμος* (Teilung) und *πεδη* (Fußfessel), oder aber, wie oft angegeben wird, von *πεδιον* (Ebene). (Mattfeld.)

Die Leitart ist *M. punctata* Meyen l. c. (Nova Acta Acad. Caes. Leop. XIV [1829] 777, Taf. 43, Fig. 36) mit 2,5–3,5  $\mu$ , nach Buell 1,8–3,9  $\mu$  breiten, nicht senkrecht zur Kolonieebene verlängerten Zellen, die meist zu 4–64 kleine Kolonien bilden; kosmopolitisch in stehenden Gewässern, anscheinend auch in Thermen. Zu dieser Art gehören nach Buell (Bull. Torrey Bot. Club 65, 1938, 380) mehrere andere, bisher als gute Arten betrachtete Formen (*M. Marssonii* Lemm., *M. tenuissima* Lemm., *M. chondroidea* Witttr. et Nordst. u. a.); in einem bestimmten Entwicklungsstadium werden Gasvakuolen gebildet.

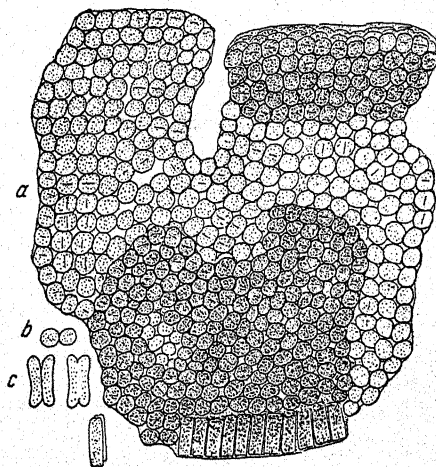


Fig. 36. *Microcrocis geminata* (Lagerh.) Geitler; a Kolonie, b, c einzelne Zellen im optischen Quer- und Längsschnitt, in Teilung ( $\frac{500}{1}$ ). — Nach P. Richter.

<sup>1)</sup> Dies ist, wie H. F. Buell (Bull. Torrey Bot. Club 65, 1938, 380) fand, der frühere Publikationsort. Alle anderen Autoren geben irrtümlicherweise Wiegmanns Archiv f. Naturgesch. 5, 1839, II, 67 an.

Auf Grund der Tatsache, daß bei *Merismopedia convoluta* Bréb. die Zellen senkrecht zur Kolonierebene gestreckt sind, die Zellteilung also eine Längsteilung ist, hat H. Ryppowa (in Acta Soc. Bot. Polon. 3, 1925, 46, Fig. 1) die Art als Vertreter eines subgenus *Pseudoholopedia* Ryppowa betrachtet, und A. A. Elenkin hat daraus die Gattung *Pseudoholopedia* (Ryppowa) Elenkin gemacht. Dies ist konsequent im Hinblick auf die analoge Unterscheidung von *Micrococcis* und *Coccolopedia*. Da aber die Kenntnis der Arten noch sehr ungenügend ist und anscheinend fließende Übergänge zwischen beiden Ausbildungen der Zellen vorkommen, sei zunächst die Gattung *Merismopedia* im bisherigen Umfang aufrechterhalten.

*Merismopedia* bildet die Parallelförmigkeit zu der Grünalge *Crucigenia rectangularis*. Dies tritt besonders dann hervor, wenn ein deutlicher Rhythmus zweimaliger Zerteilung vorhanden ist (Fig. 37); die beiden schnell nacheinander entstandenen Tochterzellen ent-

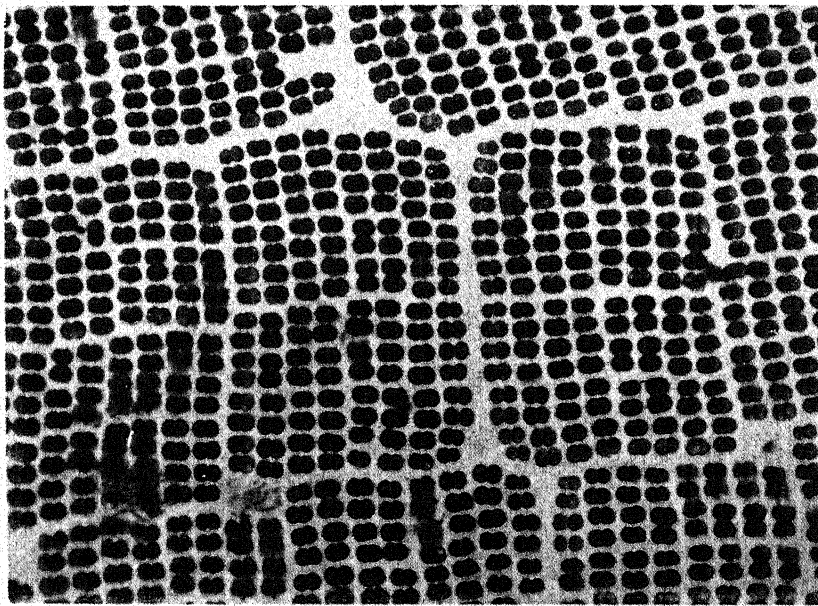


Fig. 37. *Merismopedia convoluta* Bréb., Teil aus der Mitte einer großen Kolonie; die Zellen an den Rändern bzw. Ecken der Teilkolonien sind im Wachstum etwas zurückgeblieben. — Phot. Pascher nach dem Leben, aus Geitler.

sprechen dann den vier Autosporen von *Crucigenia*. Eine eigentümliche, noch nicht näher verfolgte Erscheinung besteht darin, daß in Teilkolonien größerer Kolonien die Randzellen im Wachstum zurückbleiben (Fig. 37). Daß auch bestimmte Teilungswellen vorkommen, zeigt Fig. 33c in Linsbauer, Handb. Pflanzenanat. VI B, 44, aus der ersichtlich ist, daß die zentralen Zellen in der Teilung etwas nachhinken; im großen besteht aber Synchronismus der Teilungen, wodurch ja der regelmäßige Aufbau der Kolonien zustande kommt.

Die Ausbildung der Spezialhüllen schwankt oft bei der gleichen Art und hängt insofern von den Außenbedingungen ab, als bei hoher Teilungsfrequenz keine Spezialhüllen gebildet werden, während solche bei geringer oder eingestellter Teilungstätigkeit entstehen. Gallerte und Hüllen sind immer farblos.

*Merismopedia* unterscheidet sich von *Eucapsis* nur dadurch, daß die Zellteilungen nicht in drei, sondern in zwei Raumrichtungen ablaufen. Abgesehen von der typisch flächigen Koloniebildung besteht Ähnlichkeit mit manchen *Chroococcus*-Arten.

Im ganzen sind etwa 10 Arten bekannt (vgl. Buell, l. c.), die größtenteils im Süßwasser kosmopolitisch verbreitet sind, aber zum Teil auch in Salzwasser vorkommen können. Sämtliche Arten leben untergetaucht; die Kolonien schwimmen frei oder sind mehr zufällig an anderen Pflanzen festgeheftet (nur für die marine *M. affixa* P. Richter wird die Festheftung an Sandkörnern besonders betont). Am häufigsten leben die Arten im Litoral stehender Gewässer; einige kommen auch im Plankton vor, so *M. punctata*. In der Seentiefe schlägt die meist blaugrüne Färbung in rosa um (*M. glauca* fa. *rosea* Geitler); solche Formen können mit dem Purpurbakterium *Lampropedia*, das den gleichen Koloniaufbau hat, verwechselt werden.

Außer *M. punctata* Meyen seien die folgenden Arten hier angeführt.

**A.** Zellen nicht oder wenig senkrecht zur Kolonieebene verlängert: *M. glauca* (Ehrenberg) Näg. mit 3–6  $\mu$  breiten Zellen, kosmopolitisch in stehenden Gewässern. — *M. elegans* A. Braun mit 5–7  $\mu$  großen Zellen, kosmopolitisch in stehenden Gewässern. —

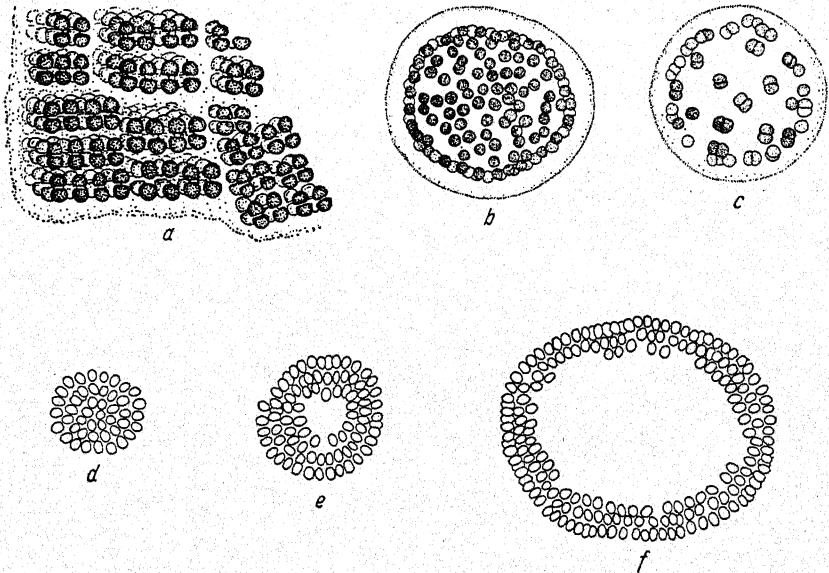


Fig. 38. *a* *Eucapsis alpina* var. *minor* Skuja, Teil einer Würfelkolonie ( $820/1$ ); *b*, *c* *Coelosphaerium Kuetzingianum* Näg., Oberflächenbilder; *d*–*f* *Coelomorion regularis* H. F. Buell, Kolonien im optischen Schnitt ( $375/1$ ). — *a* nach Skuja, *b*, *c* nach G. M. Smith, *d*–*f* nach Buell.

*M. tenuissima* Lemmermann mit nur 1,3–2  $\mu$  großen Zellen, ebenfalls kosmopolitisch in stehenden Gewässern.

**B.** Zellen deutlich senkrecht zur Kolonieebene verlängert: *M. convoluta* Bréb. (= *M. subg. Pseudoholopedia gigas* Ryppowa), kosmopolitisch in stehendem, auch salzhaltigem Wasser, bildet oft sehr große, mit freiem Auge sichtbare Kolonien; die Zellen sind 4–5,2  $\mu$  breit und zwei- bis dreimal so lang (Fig. 37).

*M. elongata* Kossinskaja (in Bull. Jard. Bot. Princ. URSS 29, 1930, 138, Fig. 1) ist keine Blaualge, sondern gehört zu der Grünalgegattung *Crucigenia*.

18. *Eucapsis* Clements et Shantz, Minnesota Bot. Stud. 4 (1909) 134, Taf. II, Fig. 38 bis 40. — Zellen kugelig, durch regelmäßig abwechselnde Teilungen nach drei Raumrichtungen zu würfeligen oder quaderförmigen Kolonien vereinigt, in geraden, sich rechtwinklig kreuzenden Reihen angeordnet, manchmal in Vierergruppen, in gemeinsamer Gallerte; Spezialhüllen meist undeutlich. Kolonien freischwimmend.

Ableitung des Namens: *eu* (gut, richtig), *capsa* (Behälter).

Leitart: *Eu. alpina* Clements et Shantz in hochgelegenen Teichen, Seen und Hochmooren in Nordamerika (Colorado, Bald mountain), Schweden (Tvärminneträsk), Westirland, England (Westmorland) und in den deutschen Alpen und zwar im Obersee-Moor bei Lunz und in einem hochgelegenen, stark sauren Moorgewässer in der Schoberggruppe (F. Turnowsky in Carinthia II, 1939); eine vielleicht etwas unsichere Form in einem Moortümpel am Splügen (Schweiz), eine var. *minor* Skuja im Winterplankton eines Sees bei Riga (Fig. 38a). Die Standorte dürften borealen Charakter haben und durch die saure Reaktion des Wassers ausgezeichnet sein. Die typische Art ist außerdem aus Äquatorialafrika (Gabon) von zwei Sümpfen, die nicht näher ökologisch charakterisiert werden, angegeben (P. Frémy, Myx. d'Afr. équat. franç. 1930); dieses Vorkommen ist in Anbetracht der sonstigen Verbreitungsgrenzen unerwartet.

Die sehr auffallende Art, die gewissermaßen eine dreidimensionale *Merismopedia* darstellt, kann kaum übersehen werden; sie besitzt offenbar wirklich eine beschränkte Verbreitung; andererseits ist die Art anscheinend auch dort, wo sie vorkommt, selten (so wurde sie im Lunzer Oberseemoor während einer jahrzehntelangen Beobachtungszeit nur ein einziges Mal angetroffen), so daß vermutlich noch weitere Fundorte hinzukommen werden.

Eine zweite Art, *Eu. minor* F. E. Fritsch mit wesentlich kleineren Zellen und etwas unregelmäßigeren Kolonien, wurde in Eiswasser in der Antarktis gefunden.

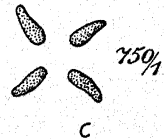
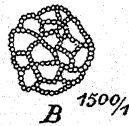
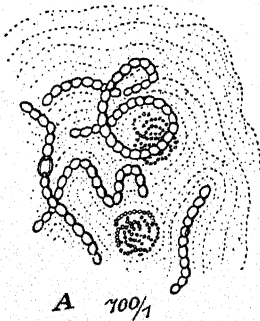


Fig. 39. A, B *Cyanodictyon endophyticum* Pascher (A in der Gallerte von *Anabaena*); C *Marssonieella elegans* Lemmermann, vierzellige Kolonie. — A, B nach Pascher, C nach Lemmermann.

Ableitung des Namens: *κvanos* (blau), *δικτυον* (Netz).

Die Leitart ist *C. endophyticum* Pascher, l. c., endophytisch in der Gallerte planktonischer *Anabaena*en mit nur ungefähr  $1\mu$  großen Zellen und flachen Netzen, nur einmal in Böhmen gefunden (Fig. 39 A, B). Nach Pascher bleiben an den Dauerzellen der *Anabaena* einzelne *Cyanodictyon*-Zellen hängen, wodurch eine Neuinfektion bei der Keimung der Dauerzellen erfolgt.

In diese Gattung muß wohl *Polycystis reticulata* Lemmermann (in Bot. Cbl. 76, 1898, 153) = *Coelosphaerium reticulatum* Lemm. (in Krypt.-Fl. Mark Brandenburg III, 1910, 84, Fig. 13, 14) = *Sphaerodictyon reticulatum* (Lemm.) Geitler, Synopt. Darst. (in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41, 1925, 231) als *C. reticulatum* (Lemm.) Geitler (Rabh. Krypt.-Fl. XIV, 1930, 256) gestellt werden. Die Kolonien unterscheiden sich von denen der typischen Art dadurch, daß die Netze dreidimensional sind und freischwimmend (nicht endophytisch) leben; im übrigen werden die Netzmaschen wie bei der typischen Art von einer Zellreihe gebildet. Die Art wurde in norddeutschen Seen, im Ladoga-See und bei Leningrad beobachtet; Elenkin und Hollerbach (in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2, 1923, 157) meinen, daß sie infolge ihrer abweichend gebauten Kolonien kein *Coelosphaerium* sein kann, enthalten sich aber einer weiteren Meinung. Die Einreihung unter *Cyanodictyon* erscheint, wenigstens vorläufig, am natürlichsten; ob sich die Aufstellung einer eigenen Gattung *Sphaerodictyon* rechtfertigen läßt, bleibt noch zu untersuchen.

Eine nähere Verwandtschaft von *C.* mit den vorigen Gattungen besteht nicht, vielleicht aber mit den folgenden oder mit *Microcystis*.

20. *Coelosphaerium* Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1849) 54, Taf. 1 C; Elenkin in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. URSS. Ser. II, Fasc. 1 (1933) 24. — *Coelocystis* Nägeli in Kützing, Spec. Alg. (1849) 209. — *Hydroepicoccum* De Not. in Erb. Crittog. Ital. Ser. II nr. 178 (1868). — Inkl. *Coelosphaeriopsis* Lemmermann in Abh. Nat. Ver. Bremen 16 (1899) 352 (vgl. den Anhang). — Non *Coelosphaerium* Elenkin et Hollerbach in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. II (1923) 156. — Zellen kugelig, in einer hohlkugeligen Schicht zu kugeligen oder etwas unregelmäßigen freischwimmenden Kolonien vereinigt, ohne oder mit undeutlichen Spezialhüllen. Kolonialgallerte homogen, farblos. Die Kolonien können sich unter Durchschnürung teilen.

Ableitung des Namens: *κοιλος* (hohl), *σφαίρα* (Kugel).

Die Leitart ist *C. Kützingianum* Næg. l. c. mit 20–90  $\mu$  großen Kolonien und 2–5  $\mu$  breiten Zellen; zwischen anderen Wasserpflanzen oder auch planktonisch in Seen und Teichen, auch in Hochmooren, wahrscheinlich kosmopolitisch (Fig. 38b, c). Die Angabe Troitzkajas (in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2, 1923, 69) über *Gomphosphaeria*-artige Gallertstiele beruht nach Elenkin auf einem Irrtum.

Die Aufteilung der Gattung *Coelosphaerium* auct. auf die Gattungen *C. Næg. s. str.*, *Lemmermanniella* Geitl. und *Woronichinia* Elenkin geht auf neuere Untersuchungen über die Struktur der Gallerte zurück (A. Elenkin und M. Hollerbach in Not. Syst. Inst. Crypt. Bot. Horti Bot. Petropol. 2, 1923, 145–155, 155–157; N. N. Woronichin in Arch. Soc. russ. Protist. VI, 1927, 155–163). Ob sich die Auffassung bei weiteren Untersuchungen bewähren wird, bleibt abzuwarten. Jedenfalls sind die Unterschiede nicht derart, daß sie die Aufstellung der Familien *Coelosphaeriaceae* Elenkin, *Gomphosphaeriaceae* Elenkin und *Woronichiniaceae* Elenkin rechtfertigen. Alle Gattungen sind offenbar untereinander und mit *Gomphosphaeria* sowie *Marssoniella* nahe verwandt. Wenn an eine Unterteilung der *Chroococcaceae* zu denken wäre, so ließen sich wohl am leichtesten diese Formen als eigene Familie aus den übrigen *Chroococcaceae* herausheben. Ihr gemeinsames Merkmal ist der hohlkugelige Aufbau der Kolonien und die radiäre Anordnung der Zellen. Bei jenen Gattungen, wie vor allem *Gomphosphaeria*, deren Zellen auf Gallertsträngen sitzen, besteht Parallelität mit der Grünalge *Dictyosphaerium* (vgl. L. Geitler in Linsbauer, Handb. Pflanzenanatomie VI. 1 B, 1936, 82); bei den anderen Gattungen herrschen wohl ähnliche Verhältnisse, werden aber infolge völliger Verquellung der Gallerte unkenntlich. Den vier Autosporen von *Dictyosphaerium* entsprechen die durch zweimalige Zweiteilung nach aufeinander senkrecht stehenden Richtungen gebildeten Vierergruppen von *C.*

Elenkin l. c. unterscheidet 9 Arten, von denen einige wohl fraglich sind; so *C. anomalum* (Bennet) De-Toni et Levi, bei welchem die Zellen nicht in einer einzigen peripheren Schichte liegen; entweder handelt es sich um eine pathologische Form oder um ein *Coelomoron*; *C. halophilum* (Lemmermann) Geitler (= *Coelosphaeriopsis halophila* Lemm.) soll durch traubig zusammengesetzte Kolonien und deutliche Spezialhüllen ausgezeichnet sein, was aber keinen wesentlichen Unterschied ausmacht. — *C. reticulatum* Lemmermann = *Cyanodictyon reticulatum* (Lemm.) Geitler. — *C. radiatum* G. M. Smith = *Marssoniella elegans* Lemm.

Außer der typischen Art seien genannt: *C. dubium* Grunow mit 5–7  $\mu$  großen Zellen mit Gasvakuolen, planktonisch im Süßwasser, auch in verschmutztem und salzigem Wasser, wahrscheinlich kosmopolitisch. — *C. confertum* W. et G. S. West und *C. Goetzei* Schmidle in stehenden Gewässern in Afrika. — *C. minutissimum* Lemmermann mit nur 1  $\mu$  großen Zellen, verbreitet in Europa.

21. *Coelomoron* H. F. Buell in Bull. Torrey Bot. Club 65 (1938) 379, Fig. 2, 3. — Gallerthülle fast oder ganz unsichtbar, farblos, dünn, zerfließend. Kolonien mikroskopisch klein, kugelig, ellipsoidisch oder eiförmig, in der Jugend massiv, später innen hohl, wobei die Zellen in zwei bis drei peripheren Schichten angeordnet sind. Zellteilung anfangs nach allen Raumrichtungen, später in der Kolonieoberfläche rechtwinklig.

Ableitung des Namens: *κοιλος* (hohl), *μορον* (Maulbeere).

Einzigste Art: *C. regularis* Buell l. c. mit 3–5  $\mu$  großen Zellen, zwischen anderen Algen in stehendem Wasser in Nordamerika (Fig. 38 d–f).

Die Pflanze sieht einer *Microcystis* nicht unähnlich; ihre nähere Verwandtschaft mit *Coelosphaerium* und ähnlichen ergibt sich aus der radiären Anordnung der Zellen, die auch aus den Abbildungen ersichtlich ist.



22. *Lemmermanniella* Geitler nom. nov. — *Lemmermannia* Elenkin in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. USSR. Ser. II, fasc. 1 (1933) 26, non Chodat 1900 (= *Crucigenia*, *Chlorophyc. Coelastrac.*). — Kolonien und Gallerte wie bei *Coelosphaerium*; Zellen länglich.

Benannt nach dem deutschen Algologen E. Lemmermann.

Die Gattung gründet sich auf die einzige Art *L. pallida* (Lemmermann) Geitler comb. nov. = *Coelosphaerium pallidum* Lemmermann in Bot. Centralbl. 75 (1898) 154, die in stehenden Gewässern in Norddeutschland und Rußland vorkommt.

Der Wert der Gattung erscheint problematisch. Lemmermann bezeichnet in der Originaldiagnose, der kein Bild beigegeben ist, die Zellen als „rundlich oder länglich“; in der Diagnose, die er in Krypt.-Fl. Mark Brandenburg III (1910) 83 gibt, schreibt er „Zellen unregelmäßig verteilt, länglich“; seine Abbildung daselbst, Fig. 1, S. 82, die sehr undeutlich ist, zeigt winzige stäbchenförmige Zellen (die Breite beträgt  $1\mu$ ), die anscheinend nicht radiär ausgerichtet sind, sondern in der Kolonieoberfläche beliebig liegen. Wenn dies zutrifft, so würde kaum eine engere Beziehung zu *Coelosphaerium* und seinen Verwandten bestehen. — Elenkin gibt keine nähere Beschreibung und kein Bild.

23. *Marssoniella* Lemmermann in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 18 (1900) 275. — Zellen lang birnförmig, radiär gestellt in kugeligen freischwimmenden Kolonien; die verbreiterten, stumpfen Enden sind nach innen gerichtet. Gallerte homogen. Teilung längs.

Nach dem deutschen Hydrobiologen M. Marsson benannt.

Einzigste Art: *M. elegans* Lemm. l. c., in Krypt.-Fl. Mark Brandenburg III, 1910, 82, Fig. 9 (= *Coelosphaerium radiatum* G. M. Smith, Roosevelt Wild Life Bull. II, 136, Taf. 3, Fig. 9—10), planktonisch in einem norddeutschen See (Summensee), in nordamerikanischen Seen, in einem Natronsee bei Szeged (Ungarn); Fig. 39C.

Die Zellen liegen meist zu vier bis sechzehn strahlig angeordnet in farbloser, schwer sichtbarer Gallerte beisammen. Tiffany und Ahlström fanden im Erie-See auch 32- bis 64-zellige Kolonien. Lemmermann gibt die Zellbreite mit  $1,3-5\mu$  an, Smith mit  $1,75-2\mu$  (die Länge wird übereinstimmend mit  $5-6\mu$  angegeben). Die Breitenangabe Lemmermanns von  $5\mu$  kann nur auf einem Schreib- oder Druckfehler beruhen; wie alle Abbildungen zeigen und sich auch aus der Diagnose ergibt, sind die Zellen immer deutlich länger als breit.

Die Verwandtschaft mit *Coelosphaerium* und ähnlichen ist offenbar. Elenkin reiht daher die Gattung zusammen mit *Coelosphaerium* und *Lemmermanniella* in seine Familie der *Coelosphaeriaceae* ein. Auch A. Forti (in De-Toni, Syll. Alg. V, 1907, 96) stellt sie neben *Gomphosphaeria*. Lemmermann betrachtete die Gattung als Chamaesiphonale, ohne daß hierfür ein Grund ersichtlich wäre (vielleicht wegen der birnförmigen Zellform, die der mancher *Chamaesiphon*-Arten ähnelt).

Die Parallelform unter den Grünalgen ist *Gloeactinium* G. M. Smith.

24. *Gomphosphaeria* Kützing, Alg. Dec. XVI, Nr. 151 (1836). — Zellen fast ellipsoidisch, verkehrt eiförmig oder abgerundet kegelförmig, das spitze Ende in der Kolonie nach innen gerichtet, während der Teilung herzförmig, in einer hohlkugeligen Schicht in gemeinsamer Gallerte zu freischwimmenden Kolonien vereinigt, auf verzweigten Gallertstielen, die vom Zentrum der Kolonie ausstrahlen. Zellteilung meist nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen; oft Vierergruppenbildung, manchmal deutliche Spezialhüllen. Gelegentlich Teilung der ganzen Kolonie.

Ableitung des Namens: γομφος (Nagel, Keil), σφαῖρα (Kugel).

Leitart: *G. aponina* Kützing l. c., Tab. phyc. Taf. 31, Fig. III, kosmopolitisch in stehenden Gewässern, planktonisch oder im Litoral zwischen anderen Algen, auch in Salzwasser, in Thermen, angeblich auch an überrieselten Felsen und auf feuchter Erde (verschleppt?); Zellen verkehrt eiförmig,  $4-14\mu$  breit,  $8-20\mu$  lang, blaugrün, graugrün, olivengrün oder gelblich (Fig. 40b).

*G. lacustris* Chodat (*Coelosphaerium lacustre* [Chodat] Ostefeld) in stehendem Wasser in Europa, Nordamerika und Äquatorialafrika, hat mehr kugelige und kleinere Zellen (Fig. 40a). — Außerdem einige Formen, die meist als Varietäten der beiden Arten geführt werden.

Der Aufbau der Kolonien geht offensichtlich wie bei der Grünalge *Dictyosphaerium* darauf zurück, daß die Tochterzellen nach oben bzw. nach außen rücken und die Membranhülle der Mutterzelle sich in die Gallertstiele, die wohl eigentlich Lamellen sind, um-

wandelt (R. Chodat in Bull. Herb. Boissier 6, 1898, 180). Eine gewisse Ähnlichkeit besteht auch mit der Grünalge *Botryococcus*. Die Zellen selbst besitzen danach eine ausgesprochene Polarität. Diese äußert sich auch darin, daß die Teilung am apikalen Pol beginnt, wodurch bezeichnende „herzförmige“ Gestalten entstehen. Die Unterschiede gegenüber *Coelosphaerium* und *Woronichinia* sind wahrscheinlich hauptsächlich gradueller Natur, d. h. beruhen auf dem verschiedenen Grad der Verschleimung der Membranen, wobei allerdings auch eine verschiedene Art der Gallertausscheidung mitspielen kann. In allen Fällen wachsen die Kolonien durch Gallertbildung in radialer, durch Zellteilung in tangentialer Richtung.

Die Gattung zu den *Pleurocapsalen* zu stellen, wie dies Setchell und Gardner (in Univ. Calif. Publ. Bot. 8, 1919, 50) getan haben, ist abwegig und beruht auf irrigen alten Angaben über angebliche „Zoosporen“- und „Gonidien“-bildung, sowie darauf, daß in-

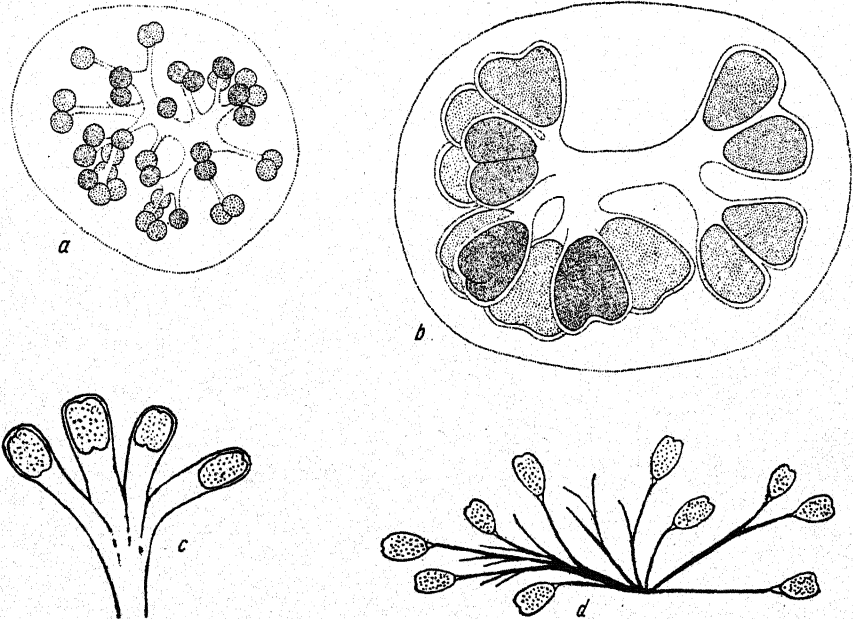


Fig. 40. a *Gomphosphaeria lacustris* Chodat (<sup>825</sup>/<sub>1</sub>); b *Gomphosphaeria aponina* var. *cordiformis* (Wille) Hansg. (<sup>600</sup>/<sub>1</sub>); c, d *Woronichinia* (*Coelosphaerium*) *Naegelianae* (Unger) Elenkin, Struktur der Gallerte nach schwächer (c) und starker (d) Behandlung mit Methylenblau. — a, b nach G. M. Smith, c, d nach Woronichin.

folge dichter Lagerung die Zellen sich oft polygonal abplatten, wodurch ein parenchymatischer Aufbau nach Art mancher *Pleurocapsalen* vorgetäuscht wird (vgl. L. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV, 1930, 242).

25. *Woronichinia* Elenkin in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. USSR. Ser. II, Fasc. 1 (1933)  
28. — Kolonien wie bei *Coelosphaerium*; die Zellen aber länglich (verkehrt eiförmig) und am Ende von radialen Gallertröhren sitzend.

Nach dem russischen Botaniker N. N. Woronichin benannt.

Einzigste Art: *W. Naegelianae* (Unger) Elenkin l. c. 30 (= *Coelosphaerium Naegelianum* Unger, *Coelosphaerium Wichuriae* Hilse, *Coelosphaerium Kützingianum* Kirchner in E. P. I. Aufl. I. 1a, Fig. 50a, S. 56, non Nägeli) mit 3,5–5  $\mu$  breiten und 5–7  $\mu$  langen Zellen, die Gasvakuolen enthalten, planktonisch und oft Wasserblüten bildend in Europa und Nordamerika, wahrscheinlich aber viel weiter verbreitet (Fig. 40c, d). — Var. *Lemmermanni* Elenkin et Hollerbach (= *Gomphosphaeria Naegelianae* [Unger] Lemmermann) mit etwas kleineren Zellen in Deutschland.

Die Art wurde oft irrtümlich für *Coelosphaerium Kützingerianum* Nägeli gehalten; über ihre Verbreitung läßt sich daher nichts Sicheres sagen. A. Forti in De-Toni, Syll. Alg. V, 1907, 100, hat die beiden überhaupt in eine Art zusammengezogen. Nach den Untersuchungen Woronichins (in Arch. Soc. russ. Prot. 6, 1927) handelt es sich um einen völlig klaren Typus; ob allerdings die Unterschiede gegenüber *Gomphosphaeria* groß genug sind, um eine eigene Gattung zu bilden, ist wohl noch fraglich (vgl. das bei *Gomphosphaeria* Gesagte).

Woronichin beobachtete ein Ausschleudern der Zellen aus der Gallerte und hält dies für eine normale Fortpflanzungsart (Leitgeb hatte schon 1869 die gleiche Erscheinung gesehen). Meist werden eine oder zwei Zellen in der Minute auf eine Entfernung von 15–45  $\mu$  abgeschossen, doch können auch bis zu 120 Zellen in der Minute 70  $\mu$  weit weggeschleudert werden. Vielleicht handelt es sich um einen pathologischen Vorgang, der sich nur an Kolonien einstellt, die bei der Untersuchung gequält werden.

## Anhang zu den Chroococcaceae

### Unvollkommen beschriebene, unsichere und irrtümlich aufgestellte Gattungen

**Bacularia** Borzi in N. Notarisia Ser. XVI (1905) 21. — Zellen lang zylindrisch, gerade, lose und unregelmäßig in farbloser, formloser Gallerte, die ein weit ausgebreitetes, zylindrisch schlauchförmiges, meist unregelmäßig zerrissenes Lager bildet. Zellteilung nach einer Raumrichtung (wohl quer?), Zellinhalt blaßblau. — *B. coerulescens* Borzi l. c. mit 2–3  $\mu$  breiten und 10 bis 14  $\mu$  langen Zellen, an Felsen der Meeresküste von Sizilien.

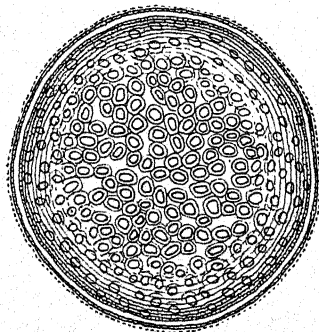


Fig. 40 e. *Coelosphaeriopsis halophila* Lemm., Kolonie (nach konserviertem Material). — Nach Lemmermann.

Nach der Beschreibung scheint es sich um eine extreme *Aphanothece* zu handeln. — Der Name von *baculus* (Stab) wegen der Form der Zellen.

**Cyanocloster** Kufferath in Ann. Crypt. exot. II (1929) 49, Fig. 27. — Sehr kleine Blaualge von der Form eines *Closterium*; zwei gebogene stäbchenförmige Zellen von einer farblosen Membran eingeschlossen. — *C. muscicolus* Kufferath. — Zellen blaugrün, 1  $\mu$  breit, 16–20  $\mu$  lang; Costa Rica.

Ableitung des Namens: *κванος* (blau), *κλωστήρ* (Faden).

Sofern es sich überhaupt um eine Blaualge handelt (untersucht wurde getrocknetes Material), dürfte eine Art von *Dactylococcopsis* vorgelegen sein. — Die flüchtige Abbildung macht es wahrscheinlicher, daß es sich um zweizellige Pilz- bzw. Flechtensporen handelte; es

kann aber auch eine Verwechslung mit einer *Raphidonema*-artigen Alge vorgekommen sein<sup>1)</sup>.

**Coelosphaeriopsis** Lemmermann in Abh. Naturw. Ver. Bremen 16 (1899) 352, Taf. 2, Fig. 25, 26. — Zellen kugelig oder länglich, in gemeinsamer Gallerte und von Spezialhüllen umgeben, in einer peripheren Schicht zu hohlkugeligen Kolonien vereinigt, die traubig gehäuft sind. Vermehrung durch Zellteilung und Teilung der Kolonien. — *C. halophila* Lemm. l. c. (= *Coelosphaerium halophilum* [Lemm.] Geitler in Pascher, Süßw.-Flora 12, 1925, 102) in einer Lagune der Insel Laysan im Pazifischen Ozean; Fig. 40 e.

Ableitung des Namens: *ὄψις* (Aussehen).

Die Ähnlichkeit mit *Coelosphaerium* ist so groß, daß sich die Einreihung in diese Gattung empfiehlt, solange nicht durch eine neue Untersuchung wesentliche Unterschiede gefunden werden.

<sup>1)</sup> In der gleichen Veröffentlichung beschreibt der Autor zwei „neue“ Gattungen, die nichts anderes als Entwicklungsstadien von *Nostoc*-Hormogonien sind.

**Dzensia** Woronichin in N. N. Woronichin und A. G. Chachina, Comm. Princ. Bot. Gard. Tomsk (1929) 149. — Einzige Art: *Dz. salina* Woronichin aus einem hochkonzentrierten Salzsee in Sibirien. — Kugelige oder ovale Gallertkolonien, die bis zu  $10 \times 8$  mm groß werden. Zellen meist kugelig,  $2,5-4 \times 3,5 \mu$  groß, in manchen Kolonien stäbchenförmig verlängert und  $6,8-10$ , seltener bis  $17 \mu$  lang, unregelmäßig verteilt oder in alten Kolonien in Reihen in Gallertzylindern, die regellos verlaufen. Oberfläche der Kolonien von einer festeren Gallerte („Periderm“) bedeckt. Die Kolonien bilden „Knospen“, wobei zwischen der „Knospe“ und der Mutterkolonie ein zellenfreier Schleimstiel erscheint, der schließlich abreißt. Fig. 41.

Die Alge dürfte ihr eigentümliches Aussehen vor allem der hohen Salzkonzentration verdanken. Die starken Schwankungen der Form und Größe der Zellen sind nichts anderes als Involutionsformen, wie sie auch sonst bei hoher Konzentration der Umgebung ausgelöst

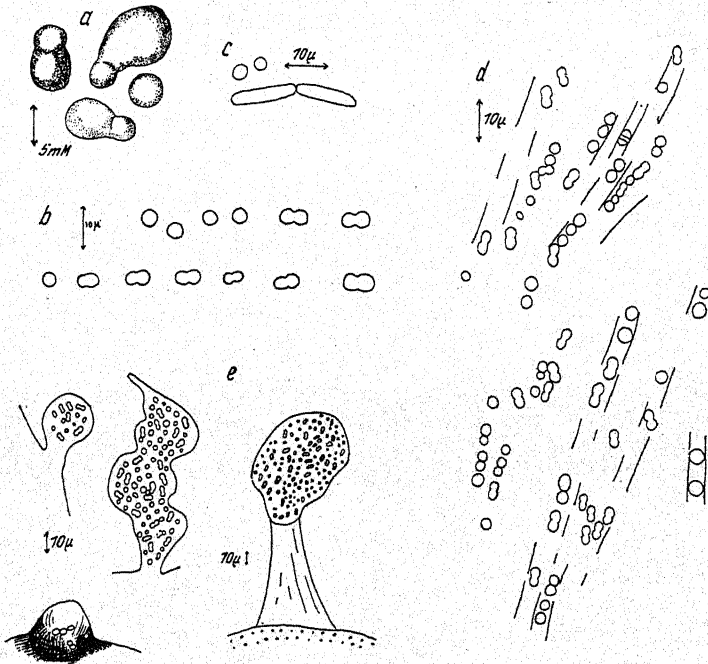


Fig. 41. *Dzensia salina* Woronichin. a Kolonien, b vegetative Zellen, c Involutionsformen, d Anordnung der Zellen in alten Kolonien, e Stadien der „Knospung“. — Nach Woronichin.

werden (vgl. Fig. 6). T. Hof und P. Frémy (in Rec. Trav. Bot. Néerland. 30, 1933, 140) haben sich mit diesen Erscheinungen besonders an Salinenpflanzen beschäftigt und kommen zu dem Schluß, daß eine so fließende Reihe zwischen *Dzensia*, *Aphanocapsa litoralis* Hansg. und *Aphanothece halophytica* Frémy besteht, daß die Identität aller drei Formen wahrscheinlich ist; doch konnte eine sichere Entscheidung ohne experimentelle Prüfung nicht erzielt werden. Solange dieser Nachweis nicht geführt ist, scheint die Aufrechterhaltung der Gattung *Dzensia* angezeigt. Der hauptsächlichste Unterschied gegenüber *Aphanocapsa* besteht vielleicht in der gelegentlichen reihenweisen Anordnung der Zellen.

**Endospora** Gardner in Mem. New York Bot. Garden 7 (1927) 27. — Zellteilungen in drei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen; Kolonien kubisch oder mehr oder weniger kugelig. Zellen mehr oder weniger eckig abgeplattet, mit festen Membranen, durch Verdickung der innersten Wand Dauerzellen bildend. — Fünf Arten in Porto Rico.

Ableitung des Namens: ἐνδος (innen), σπορα (Same, Spore).

Die kurze Beschreibung und die Bilder stimmen völlig auf die Trockenzustände mancher *Gloeocapsa*-Arten. *E. rubra* Gardner ist offenbar mit *Gloeocapsa magma* identisch. Um diese Formen als Vertreter einer eigenen Gattung betrachten zu können, wäre erst die Entwicklungsgeschichte zu verfolgen und im besonderen zu zeigen, daß es sich nicht um Zustände von *Gloeocapsa*-Arten handelt.

**Guyotia** Schmidle in Allgem. Bot. Zeitschr. 11 (1905) 64. — „Blaugrün. Zellen wie bei *Merismopedia* Meyen, doch bildet die Pflanze in der Jugend fast makroskopische Hohlkugeln, welche später zu sackartigen Gebilden und Häuten zerreißen. Durch die runden Zellen ist die Pflanze von *Holopedium* Lag. unterschieden. — *G. singularis*. Zellen ca. 4  $\mu$  große<sup>1)</sup>, unzerriessene Hohlkugeln bis 200  $\mu$ .“ Am Fuße des Dschebel Hamam, Sinaihalbinsel.

Benennung nach dem Forschungsreisenden H. Guyot.

Begleittext und Abbildungen fehlen. Wahrscheinlich ist gemeint, daß die Zellen wie bei *Merismopedia* angeordnet sind. Eine bestimmte Anschauung ist nach der obigen (wörtlich übernommenen) Diagnose nicht zu gewinnen; vermutlich lagen gefaltete Kolonien einer *Merismopedia* vor.

**Krkia** Pevalek in Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. VI (1929) 16, Fig. 1–3. — Kolonien kugelig, schleimig, fest, freischwimmend, aus 2–24 Zellen bestehend; selten Zellen einzeln. Zellen keulenförmig. Fortpflanzung durch Endosporen und Längsteilung. — *K. croatica* Pevalek: Zellen 7–8  $\mu$  lang, 0,8–1,75  $\mu$  breit, lebhaft blaugrün. — In Süßwasser (?) auf der Insel Krk (Dalmatien).

Benennung nach der dalmatinischen Insel Krk.

Nach der ungenügenden Beschreibung und Abbildung bleibt es unklar, ob es sich überhaupt um eine Blaualge handelt. Fig. 3 zeigt eine Zelle mit vier Lappen am Scheitel, was weder eine Zweiteilung noch eine Endosporenbildung vorstellen kann. Die angebliche Endosporenbildung wird nicht abgebildet und nicht beschrieben.

**Microdiscus** Steinecke in Schrift. phys.-ökon. Ges. Königsberg 56 (1915) 25. — Zellen scheibenförmig, sehr klein, einzeln, ohne sichtbare Gallerthülle, mit blaß bläulichem Inhalt. Einzige Art: *M. parasiticus* Steinecke mit 1  $\mu$  hohen, runden, scheibenförmigen Zellen von 1–2  $\mu$  Durchmesser; auf den Enden der Zellen von *Closterium prorum* im Zehlaubbruch, Ostpreußen.

Die Art ist ungenügend bekannt (ob überhaupt eine Blaualge?). Der Name ist abgeleitet von  $\mu\kappa\rho\sigma$  (klein) und  $\delta\iota\sigma\kappa\omicron\varsigma$  (Scheibe).

**Myxobactron** Schmidle in Hedwigia 43 (1904) 415. — *M. Usterianum* Schmidle l. c. — „Einzelliges Pflänzchen. Die Zellchen sind stabchenförmig, gerade oder verschieden, oft sehr unregelmäßig gekrümmt, 20–200  $\mu$  lang und 2  $\mu$  breit, nach dem Ende zu nicht verschmälert und dort gerade abgestutzt. Der Zellinhalt ist homogen, bläulichgrün bis gelblich und von einer sehr zarten Zellhaut umschlossen. Die Vermehrung geschieht durch Querteilung. Die interessante Pflanze gehört in die Nähe von *Asterothrix* Ktzig.“ In Brackwasser (?) auf den Philippinen.

Ableitung des Namens:  $\mu\upsilon\kappa\alpha$  (Schleim),  $\beta\alpha\kappa\tau\rho\nu$  (Stab).

*Asterothrix* ist keine Blaualge, sondern ein Pilz. Die angebliche bläuliche oder gelbliche Farbe beruht auf Verknennung der vorgetäuschten, rein optisch bedingten Färbung stärker lichtbrechender Körper. Offenbar handelt es sich bei Schmidles Form gar nicht um einzelne Zellen, sondern um Fäden, deren zarte Querwände übersehen wurden (wie dies öfters geschah).

Eine zweite Art, *M. palatinum*, beschreibt Schmidle (in Allg. Bot. Zeitschr. 11, 1905, 65) folgendermaßen: „Einzellig. Zellen siebförmig“ (?), wohl stabförmig, „20–34  $\mu$  lang, gegen das eine Ende verbreitert und bei den“ (?), „Enden abgerundet. Am schmalen Ende ca.  $\frac{3}{4}$ , am breiten ca. 1  $\mu$  breit. Zellen schwach blaugrün, gerade oder gekrümmt, im letzten Drittel gegen das breite Ende zu meist plötzlich geknickt und an der Knickungsstelle durch Querteilung sich vermehrend. — Vornheim bei Mannheim Nr. 3.“ — Es handelt sich wohl um einen *Ankistrodesmus* (Protoococcale); vgl. z. B. Fig. 295 von *Ankistrodesmus Vireti* in Paschers Süßw.-Flora. Heft 5, 1915, S. 192.

<sup>1)</sup> Soll wohl heißen „groß“, oder nach „4  $\mu$ “ fehlt ein Beistrich.

Beide Arten werden ohne weiteren Begleittext und ohne Abbildungen veröffentlicht. Die Beschreibungen sind unbrauchbar.

*M. hirudiforme* G. S. West in Ann. South Afric. Mus. 9 (1912) 63, Taf. 2, Fig. 54–60 = *Dactylococcopsis hirudiformis* (G. S. West) Geitler in Rabh. Krypt.-Flora XIV (1930) 284.

**Pilgeria** Schmidle in Hedwigia 40 (1901) 53, Taf. IV, Fig. 10. — „Die polyedrischen blaugrünen Zellen sind parenchymatisch eng verbunden und bilden kleine, nicht von Gallerte umhüllte einschichtige Hohlkugeln, deren Inneres entweder leer oder vielleicht mit Gallerte angefüllt ist. — *P. brasiliensis* Schmidle l. c. — Die Zellen sind, von oben gesehen, vier- bis siebeneckig und ca. 3–4  $\mu$  im Durchmesser groß. Der Inhalt ist stark körnig, blaugrün oder oft etwas violett gefärbt.“ — In Süßwasser in Brasilien, „sehr selten“.

Benennung nach dem deutschen Botaniker R. Pilger.

Die Art ist offenbar mit dem gleichen Gebilde identisch, das W. und G. S. West (in Journ. of Bot. 35 [1897] 238, Taf. 370, Fig. 1–2) als Grünalge *Athrocystis ellipsoidea* beschrieben haben. Schmidle wie die beiden West untersuchten nur konserviertes Material. H. Printz (E. P. 2. Aufl. 3, 1927, S. 105, Fig. 65) bezeichnet *Athrocystis* als „sehr fraglich“. Es handelt sich so gut wie sicher weder um eine Blau- noch um eine Grünalge, sondern um ein Pollenkorn, ein Nematodenei oder dergleichen; die sog. „Zellen“ wären demnach Membranskulpturen.

**Planosphaerula** Borzi in N. Notarisia Ser. 16 (1905) 20. — Zellen kugelig oder kurz eiförmig, zu wenigen in gemeinsamer homogener und farbloser Gallerte lose angeordnet, kugelige oder würfelige Kolonien bildend, welche zu 2–4 zusammenfließen und ein kleines kugeliges Lager bilden. Lager freischwimmend, mit langsamer aktiver Bewegung, ohne Wimpern und Geißeln. Zellteilung nach drei Raumrichtungen. — *Pl. natans* Borzi l. c. mit 3–4  $\mu$  großen Zellen und 25–30  $\mu$  großen Lagern, in Aquarien des Botanischen Gartens in Palermo, ein einziges Mal beobachtet.

Ableitung des Namens: *πλαναω* (herumirren), *sphaerula* (Kügelchen von *σφαῖρα*, Kugel).

Die Gattung wurde auf Grund der aktiven Beweglichkeit aufgestellt. Ob diese tatsächlich besteht, also eine ganze Kolonie sich wie *Synechococcus* und ähnliche Einzeller durch Schleimausscheidung fortbewegen kann, oder ob ein Beobachtungsfehler vorliegt, bleibt noch zu untersuchen. Elenkin glaubt, daß es sich um eine *Microcystis* handelt.

**Pseudocapsa** Ercegović in Acta Bot. Inst. R. Univ. Zagreb. 1 (1925) 95, Taf. 1, Fig. 4. — Einzige Art: *Ps. dubia* Ercegović, Zellen deutlich oder undeutlich polyedrisch (infolge gegenseitiger Abplattung), ohne Spezialhüllen, gelbgrün oder blaugrün, zu mehreren oder vielen in flachen ein- oder mehrschichtigen Kolonien von rundem oder unregelmäßigem Umriß vereinigt, mit gemeinsamer Kutikula-artiger Membran. — Auf feuchten Kalk- und Dolomittfelsen in Kroatien und in der Tatra. — Fig. 42.

Ableitung des Namens: *ψευδος* (falsch), *capsa* (Behälter).

Nach Starmach (in Acta Soc. Bot. Pol. 13, 1936, 36, Fig. 1–23), der die Art näher untersuchte, dürfte meine Meinung (Rabh. Krypt.-Fl.), daß es sich um Entwicklungszustände einer felsebewohnenden *Gloeocapsa* handle, nicht richtig sein. Die Ähnlichkeit, besonders der Dauerstadien (Fig. 42, 20–23), ist allerdings sehr groß. Es scheint jedenfalls die Einreihung unter den Chroococcaceen die natürlichste zu sein. Andererseits bestehen offenbar auch Ähnlichkeiten mit der Lagerbildung mancher Pleurocapsaceen. Weitere Untersuchungen sind jedenfalls nötig.

Die Membranen sind zufolge der Beschreibung anscheinend farblos. Doch schreibt Starmach, daß manchmal „eine ziemlich große Ähnlichkeit mit *Gloeocapsa magma*“ besteht, welche Art rote Hüllen besitzt.

**Tetrapedia** Reinsch, Algenfl. v. Franken (1867) 37, Taf. II, Fig. I a–m (*T. gothica*). — Zellen flach scheibenförmig, vier- oder dreieckig, einzeln oder zu 2, 4 oder 16 zu tafelförmigen Kolonien vereinigt, ohne Gallerte. Teilung, soweit bekannt, gleichzeitig nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen durch vom Rand gegen das Zentrum gleichzeitig vorschreitende Spaltbildung, welche die Seiten oder Ecken der Zellen halbiert.

Ableitung des Namens: *τετρα* (vier), *πεδιον* (Fläche).



Die Gattung wurde von Reinsch auf Grund zweier Arten aus stehendem Wasser in Thüringen, *T. gothica* Reinsch und *T. crux-Michaëli* Reinsch l. c. 38, Taf. I, Fig. VI, aufgestellt. Seither wurden noch 9 andere Arten beschrieben. Die Bilder Reinschs lassen, trotz ihrer sehr großen Primitivität, erkennen, daß es sich um eine ganz aberrante Blaualge handeln mußte; dasselbe zeigen die Beschreibungen und Bilder der später beschriebenen Arten (vgl. die Zusammenstellung alles Bekannten bei L. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV, 1932, Fig. 142, 143 und S. 287—292). Wie schon zum Teil früher vermutet werden konnte, handelt es sich in Wirklichkeit um Vertreter von einzelligen Grünalgen (Protococcales) und Desmidiaceen.

Der „Typus“, *T. gothica*, ist zweifellos mit der Protococcale *Crucigenia Tetrapedia* (Kirchner) W. et G. S. West (= *Staurogenia Tetrapedia* Kirchner) identisch (vgl. E. P. 2. Aufl. Bd. 3, 1927, 147). Auf die beträchtliche Ähnlichkeit seiner Art mit *Tetrapedia*

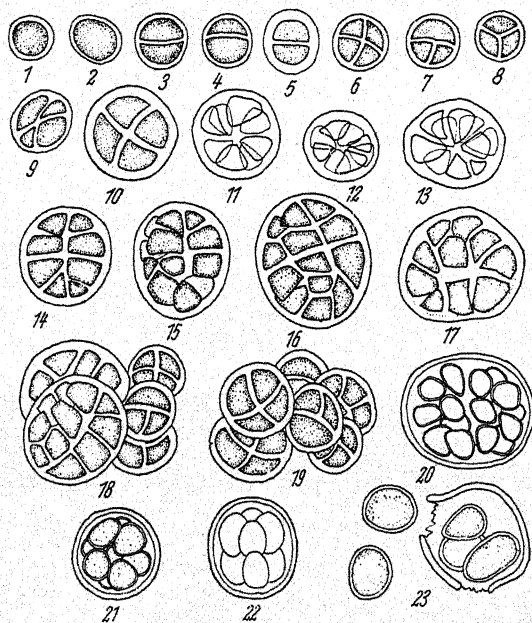


Fig. 42. *Pseudocapsa dubia* Ercegović. 1—19 Entwicklung der Kolonien, 20—23 Dauerstadien (<sup>532</sup>/<sub>1</sub>). — Nach Starmach.

*gothica* hat schon Kirchner selbst hingewiesen (in Jahresh. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg 1880); Kirchners Fig. 1, Taf. 2, l. c. ist nahezu identisch mit seiner in E. P. 1. Aufl. I. 1a, S. 56, Fig. 50 für *T. gothica* gegebenen. Ein Vergleich dieser Figuren mit den Bildern Reinschs zeigt ohne weiteres, daß Reinsch die beobachtete Struktur einfach nicht verstanden hat (es sind nicht einmal die Zellgrenzen bzw. die Membranen wiedergegeben; auch die Abbildungen anderer gut bekannter Arten zeigen eine ganz oberflächliche Auffassung).

Die zweite „Art“ Reinschs, *T. crux-Michaëli*, ist mit *gothica* identisch und in Wirklichkeit nur ein anderes Entwicklungsstadium der Autosporenbildung von *Crucigenia Tetrapedia*. Die Abbildung Reinschs läßt erkennen, daß hier die vier Tochterzellen schon gebildet sind; die Zellgrenzen sind allerdings nicht gezeichnet, so daß Reinsch die vier Zellen als eine einzige betrachten konnte; auch scheint der gesamte Umriß dem Namen „*crux-Michaëli*“ zuliebe etwas „korrigiert“ zu sein.

Was die übrigen Arten anlangt, so lassen sie sich zum Teil mit völliger Sicherheit als Protococcalen oder Desmidiaceen erkennen. *T. Penzigiana* De-Toni ist nichts anderes als *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs (P. Frémy gibt davon ein unmißverständliches Bild

— noch 1930! — unter dem Namen *T. Penzigiana*); *T. setigera* Archer = *Tetraedron trigonum* var. *setigerum* (Archer) Lemmermann = *Treubaria setigera* (Archer) G. M. Smith (vgl. G. M. Smith, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, in Wisc. Geol. Nat. Hist. Survey 1920, I, S. 117, und Freshw. Alg. USA., New York und London 1933, 499); *T. aversa* W. et G. S. West, sowie *T. Reinschiana* Archer und *T. glaucescens* (Wittrock) Boldt sind mit *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansg. bzw. mit der Desmidiacee *Arthrodesmus controversus*, *A. phimus* oder ähnlichen identisch. *T. Wallichiana* Turner, *T. foliacea* Turner, *T. morsa* W. et G. S. West und *T. trigona* W. et G. S. West sind offenbar *Tetraedron*-Arten (das Bild der letzteren scheint nicht mit der Beschreibung zu stimmen; die Zelle dürfte nicht dreieckig, sondern tetraedrisch sein).

Demnach ist die Gattung *Tetrapedia* endgültig zu streichen.

## Entophysalidaceae

Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1931) 292. — *Chroococcaceae* Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1848) 44 pro parte. — *Entophysalidales* Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 41, Abt. 2 (1925) 235, non *Entophysalidaceae* Geitler ebenda, inkl. *Chlorogloeaceae* Geitler ebenda.

**Wichtigste Literatur:** L. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1931); siehe auch die einzelnen Gattungen.

**Merkmale.** Koloniebildend. Zellen zu einem festsitzenden, aus aufrechten oder radiär gestellten, seltener aus unregelmäßigen Zellreihen oder Zellgruppen aufgebauten Lager vereinigt, ohne typische Fadenbildung; manchmal starke einseitige Membranbildung, wodurch Gallertfäden entstehen, welche an den Enden einzelne Zellen oder Zellgruppen tragen (*Cyanostylon*, *Hormathonema*). Zellen kugelig oder ellipsoidisch, seltener zylindrisch, oft in gemeinsamer Gallerte, mit oder ohne Spezialhüllen. Hüllen, wenn vorhanden, relativ eng nach Art von *Chroococcus*, oder blasig-weit in der Ausbildung von *Gloeocapsa*. Gelegentlich Nannocytenbildung. Dauerzellen bei *Entophysalis*.

**Verwandtschaftsverhältnisse.** Die Entophysalidaceen stehen gewissermaßen in der Mitte zwischen den Chroococcaceen und den Pleurocapsalen. Sie enthalten Formen, die Andeutungen von Fadenbildung aufweisen, aber noch nicht echte Fäden ausbilden, wie es für die *Scopulonemataceae* bezeichnend ist. Die Grenzen nach beiden Seiten sind aber verschwommen, da verschiedene Übergangsformen vorhanden sind; die Einreihung in die eine oder andere Familie ist daher vielfach willkürlich. Als Typus können Formen wie *Entophysalis granulosa* oder *Chlorogloea microcystoides* betrachtet werden. Bei *Placoma* ist die Reihung der Zellen kaum vorhanden; nach dem allgemeinen Lagerbau findet die Gattung aber wohl ihre natürlichere Stellung unter den Entophysalidaceen als unter den Chroococcaceen.

Im ganzen ist die Familie der Entophysalidaceen vielleicht nicht einheitlich; sie umfaßt wohl auch konvergente Typen verschiedenen Ursprungs. Manche Gattungen werden sich später vielleicht an anderer Stelle besser einreihen lassen. — Einige Gattungen, welche von den Autoren als Entophysalidaceen betrachtet wurden, die aber doch aus diesem Rahmen etwas herausfallen, seien provisorisch in einem Anhang behandelt.

Je nach der Ausbildung der Hüllen (*Gloeocapsa*-artig oder *Chroococcus*- bzw. *Aphanocapsa*-artig) lassen sich die Gattungen in zwei Gruppen einteilen. A. A. Elenkin (Monogr. Alg. Cyan. USSR., 1934) unterscheidet daher innerhalb seiner *Entophysalidales* nach meinem früheren Beispiel (Synopt. Darstellung Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 41, Abt. 2, 1925) die Familien *Entophysalidaceae* Geitl. und *Chlorogloeaceae* Geitl.; eine so weitgehende Unterteilung erscheint aber durchaus entbehrlich.

### Einteilung der Familie

A. Membranbildung auffallend einseitig, wodurch vorwiegend aus Membransubstanz aufgebaute Fäden entstehen.

- a) Membranen schleimig-gallertig; „Fäden“ nicht endolithisch (S. 71) 3. *Cyanostylon*
- b) Membranen relativ fest; „Fäden“ endolithisch (S. 71) . . . 4. *Hormathonema*

B. Membranbildung nicht auffallend einseitig, keine aus Membransubstanz bestehenden Fäden.

a) Zellen mit blasigen Gallertmembranen wie bei *Gloeocapsa*.

α) Zellen in deutlichen aufrechten Reihen; Lager krustenförmig (S. 70)

1. **Entophysalis**

β) Zellen in undeutlichen Reihen; Lager gallertig, mehr oder weniger kugelig, im Alter unregelmäßig gestaltet und innen hohl (S. 71) . . . . . 2. **Placoma**

b) Zellen nicht mit blasigen, *Gloeocapsa*-artigen Gallertmembranen, entweder mit einfachen Spezialhüllen oder ohne solche in gemeinsamer homogener Gallerte.

α) Lager mit Eisen inkrustiert, verzerrend, hart (S. 73) . . . . . 5. **Paracapsa**

β) Lager anders, mehr oder weniger gallertig.

I. Zellen mehr oder weniger kugelig, in undeutlichen aufrechten oder radiären Reihen, Gallertlager bildend (S. 73) . . . . . 6. **Chlorogloea**

II. Zellen ausgesprochen stäbchenförmig, in parallelen, aufrechten Reihen zu Krusten vereinigt<sup>1)</sup> (S. 74) . . . . . 7. **Rhodostichus**

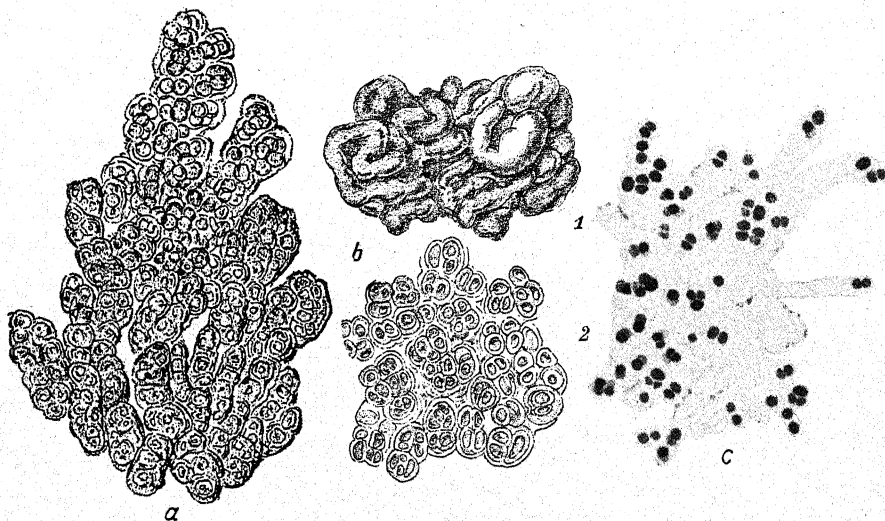


Fig. 43. a *Entophysalis granulosa* Kütz., Teil eines Lagers im Vertikalschnitt (etwa  $\frac{170}{1}$ ); b *Placoma vesiculosa* Schousboe (Thallus  $\frac{7}{1}$  und Teil des Thallusinneren  $\frac{330}{1}$ ); c *Cyanostylon microcystoides* Geitl., Habitusbild eines Lagerteiles. — a, b nach Bornet, c nach Geitler.

1. **Entophysalis** Kützing, Phyc. gen. (1843) 177. — Zellen mit weiten, blasigen, ineinandergeschachtelten Gallertshüllen nach Art von *Gloeocapsa*; Zellen bzw. Zellgruppen (Teilkolonien) in aufrechten Reihen angeordnet, weit ausgebreitete, krustige Lager bildend.

Ableitung des Namens: *ἐντος* (innen), *φύσα* und *φυσάλις* (Blase).

Die Ähnlichkeit mit *Gloeocapsa* ist sehr groß; der einzige Unterschied besteht in der reihenweisen Anordnung der Zellen bzw. Zellfamilien, wozu sich aber Andeutungen bei manchen felsbewohnenden *Gloeocapsae* finden.

Leitart: *E. granulosa* Kütz. l. c. mit 2–5  $\mu$  großen Zellen mit gelbbraunen bis braunen Hüllen, bildet in der Flutgrenze der Meere der ganzen Welt schwarze Krusten und ist ein Hauptbestandteil der sog. „schwarzen Zone“ der Meeresfelsen (Fig. 43a). Die obersten Zellen der aufrechten Reihen vergrößern sich manchmal stark und bilden eine feste Wand;

<sup>1)</sup> Vgl. auch *Pseudoncobyrsa* (Anhang); stäbchenförmige Zellen in Gallertzylindern besitzen *Bacillosiphon* und *Tubiella* (Anhang).

sie gleichen dann den Dauerzellen mancher *Gloeocapsa*-Arten (O. Kirchner bildet ein Lager mit solchen Dauerzellen ab, E. P. 1. Aufl. I. 1a, Fig. 49 G, S. 53). Die Teilkolonien sind nur lose verbunden, sie lassen sich durch mechanischen Druck leicht trennen.

Außerdem 8 zum Teil fragliche Arten an Felsen der Meeresküsten und im Binnenland. *E. Willei* Gardner mit violetten Hüllen, an Felsen in Porto Rico (ähnliche Formen kommen auch in den Alpen vor, wurden aber wohl für *Gloeocapsa alpina* s. lat. gehalten). — *E. Perrierii* Frémy mit roten Hüllen, an Felsen in Madagaskar. — *E. chlorophora* Gardner, *E. zonata* Gardner, *E. Magnoliae* Farlow, *E. samoënsis* Wille, *E. violacea* Weber van Bosse sind ungenau bekannt und werden zum Teil von den Autoren selbst als zweifelhaft bezeichnet. *E. maior* Ercegović von der dalmatinischen Küste hat etwas größere Zellen und undeutlichere Hüllen als *E. granulosa*; sie ist nach Frémy wohl nur eine Standortform dieser.

2. **Placoma** Schousboe in Bornet et Thuret, Notes algolog. 1 (1876) 4, Taf. 1, Fig. 6—10. — Lager gallertig, halbkugelig oder im Alter unregelmäßig gekrümmungsförmig, gefaltet, lappig, im Innern hohl, weit ausgebreitete Überzüge bildend. Zellen in weiten, blasigen, ineinandergeschachtelten Hüllen, wie bei *Gloeocapsa* Teilkolonien bildend, die an der Peripherie des Lagers mehr oder weniger deutlich radial orientiert sind.

Der Name leitet sich von *πλαζ* (Kruste) ab.

Die Leitart ist *P. vesiculosa* Schousboe, mit braunen Gallerthüllen, bisher an Felsen in der Brandung in Nordafrika und Europa (Atlantik, Mittelmeer); Fig. 43 b. Die Unterschiede gegenüber *Entophysalis* liegen in der Lagerbildung. Die einzelnen Zellen bzw. Teilkolonien gleichen *Gloeocapsa*; sie lassen sich durch Druck nicht trennen, da sie durch gemeinsame Gallerte verbunden sind; das Lager ist also fester als im Fall von *Entophysalis* gebaut.

Außerdem drei erst einmal gefundene Arten: *P. africana* Wille auf Schlamm in einem Flußbett in Südafrika; *P. violacea* Setchell et Gardner an der pazifischen Küste Nordamerikas und *P. Willei* Gardner an feuchten Felsen in China, beide mit violetten Hüllen (die Hüllen von *P. africana* sind anscheinend farblos).

3. **Cyanostylon** Geitler in Arch. f. Protok. 60 (1928) 441, Fig. 3. — Gallertkolonien, welche aus mehr oder weniger deutlich radiär gestellten, unregelmäßig gekrümmten Gallertfäden aufgebaut sind. Zellen meist nur an den Enden der Gallertfäden, einzeln oder zu wenigen, seltener Reihen bildend, kugelig oder zylindrisch. Die Gallertfäden entstehen durch einseitige, gleichsinnige Membranbildung und zeigen dementsprechend eine transversale Schichtung.

Ableitung des Namens: *κυανος* (blau), *στυλον* (Stiel).

Leitart: *C. microcystoides* Geitler l. c. mit kugeligen, 2,5—3  $\mu$  großen Zellen, in der Uferzone eines Alpensees (Fig. 43 c); *C. cylindrocellulare* Geitler mit zylindrischen Zellen, an einer von Wasser triefenden Felswand in Westjava (Fig. 9).

*C. microcystoides* kann bei ungenauer Beobachtung des Gallertbaues leicht mit einer *Aphanocapsa* oder *Microcystis*, die andere Art mit einer *Aphanothece* verwechselt werden; beide Arten sind wahrscheinlich weiter verbreitet und bisher übersehen worden.

Die einseitige Förderung der Membranbildung findet sich parallel bei der Grünalge *Prasinocladus* und der Bangiacee *Chroothoece*. Es handelt sich um eine Steigerung des Verhaltens, wie es andeutungsweise auch in den peripheren Lagerteilen mancher *Gloeocapsa*-Arten vorkommt. *Hormathionema* unterscheidet sich von *C.* nur durch die festere Beschaffenheit der Gallertfäden, die nicht zu einem Gallertlager zusammenschließen, und durch die endolithische Lebensweise. Eine weitere Steigerung der Fadenbildung findet sich dann bei der Pleurocapsale *Solentia*.

4. **Hormathionema** Ercegović in Arch. f. Protok. 66 (1929) 165; erweiterte Diagnose in Arch. f. Protok. 71 (1930) 371. — Thallus aus epi- und endolithischen „Fäden“ aufgebaut. Die epilithischen Fäden bestehen aus einer oder mehreren Reihen regellos angeordneter Zellen vom Aussehen einer *Gloeocapsa*; endolithische Fäden einreihig, wenig tief in das Gestein eindringend, die Zellen sind voneinander durch viele und dicke Membranschichten getrennt, die Fäden bestehen also hauptsächlich aus Membransubstanz, sind an der Basis etwas schmaler, nach allen Richtungen regellos verzweigt und scheinverzweigt. Scheinäste entstehen aus interkalaren Zellen dadurch, daß diese durch den Druck der benachbarten Membranschichten seitlich herausgepreßt werden und von neuem

Membransubstanz bilden. Echte Verzweigungen entstehen durch dichotome Teilung der Endzellen oder durch interkalare Teilung. Zellen kugelig oder etwas länglich, an der Basis verschmälert und hier die Membranschichten abscheidend. Fortpflanzung durch Gonidien.

Ableitung des Namens: *σquadος* (Reihe, Kette), *νημα* (Faden).

Leitart: *H. paulocellulare* Erceg. mit 4–9  $\mu$  breiten und 6–12  $\mu$  langen Zellen, mit violetten Hüllen, an der dalmatinischen Küste in der Flutzone (Fig. 44c); *H. luteobrunneum* Erceg. mit gelbbraunen Hüllen (Fig. 44a, b) und mehrere andere Arten kommen in der „schwarzen Zone“ der dalmatinischen Steilküste vor (vgl. A. Ercegović in Bull. int. Ac. Yougoslave 26, 1932).

Die Gattung zeigt einerseits große Ähnlichkeit mit *Gloeocapsa* (P. Frémy, Cyan. Côtes d'Europe, 1934, 29 meint, daß es sich überhaupt nur um besondere Wuchsformen von *Gloeocapsa*-Arten handelt, und daß die „Fäden“ vielleicht nicht endolithisch leben, sondern mit Kalk inkrustiert sind); andererseits bestehen enge Beziehungen zu *Solentia* (Pleurocapsale). Ercegović selbst stellt *H.* in unmittelbare Nähe von *Solentia*, betrachtet also *H.* als Pleurocapsale; dementsprechend nennt er die Thallusausgliederungen auch

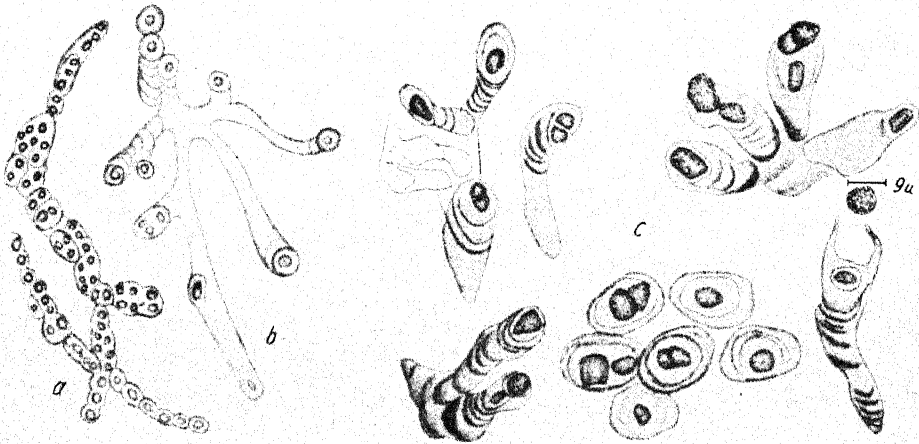


Fig. 44. a, b *Hormathionema luteobrunneum* Ercegović, epilithischer (a) und endolithischer (b) Faden; c *Hormathionema paulocellulare* Ercegović, Seitenansichten und Oberflächenbild (Mitte unten). — Nach Ercegović.

„Fäden“ und spricht von „Verzweigungen“ und „Ästen“. Da im Grunde genommen tatsächlich alle Übergänge vorkommen und die Abgrenzung des Begriffs „Faden“ bei den Blaualgen zum Teil willkürlich ist, wäre es ein Streit um Worte, wenn man sich darauf versteifen wollte, die „Fäden“ unbedingt als „Gallertfäden“ oder „Zellreihen“ zu bezeichnen. Dennoch ist der Gesamthabitus derart, daß die Einreihung von *H.* unter die Entophysalidaceen wohl die natürlichere ist; dies schon deshalb, weil bestimmte Lager- teile von typischen *Gloeocapsen* tatsächlich nicht zu unterscheiden sind. Auch Frémy l. c. behandelt die Gattung bei den Entophysalidaceen.

Über das einseitige Membranwachstum vgl. das bei *Cyanostylon* Gesagte. — Die einzelnen Arten sind vielleicht noch nicht gründlich genug bekannt, um ihren Wert beurteilen zu können; so betont Frémy l. c., daß die Unterscheidung von *H. paulocellulare* und *H. epilithicum* Ercegović schwierig ist.

Die bisherigen Beschreibungen krankten daran, daß die Untersuchung an Material erfolgte, das mit HCl entkalkt wurde; man merkt dies auch den Abbildungen Ercegovićs an, die ganz unregelmäßig deformierte Protoplasten zeigen. Auf diese Behandlung ist vermutlich auch das in der Diagnose enthaltene „Merkmal“ der basal verschmälerten Protoplasten (diese, nicht die „Zellen“, sind gemeint) zurückzuführen. Es wären also noch Untersuchungen an lebendem Material nötig.

Der systematische Wert der Gattung als solcher kann aber nicht bezweifelt werden; auch wenn in früheren Zeiten *Hormathionemen* als *Gloeocapsen* verkannt wurden, was

sehr wahrscheinlich ist, so sind diese nunmehr als *H. richtigzuführen* (z. B. ist die marine *Gloeocapsa compacta* — die aber nicht mit der von mir in Rabh. Krypt.-Fl., Fig. 101 abgebildeten Süßwasserform identisch ist — wahrscheinlich das gleiche wie *H. violaceonigrum* Erceg.; vgl. Frémy l. c. 27).

5. **Paracapsa** E. Naumann, Not. Biol. Süßw. Alg., in Ark. för Bot. 18 (1924) 6, Fig. 1 bis 3, Taf. 1, Fig. 7—9. — Lager hart, lederig, kugelig bis halbkugelig, mit Eisen imprägniert, festsitzend, bis 0,5 cm groß. Zellen in gemeinsamer Gallerte, in radialen Reihen bzw. Gallertfäden.

Ableitung des Namens: *παρα* (bei), *capsa* (Behälter).

Einzige Art: *P. siderophila* E. Naum. l. c. (*Pseudoncohyrsa siderophila* (E. Naum.) Geitler in Pascher, Süßw.-Fl. 12, 1925, 122) auf Eisenerzstücken in einem See in Südschweden (Fig. 45).

Die Zellen besitzen keine blasigen Hüllen nach Art von *Gloeocapsa*; hierin wie im allgemeinen Lagerbau besteht anscheinend Ähnlichkeit mit *Pseudoncohyrsa*, die aber wenig bekannt ist (vgl. den Anhang). Das biologische Kennzeichen ist die Vererzung der Lager. Die nähere anatomische Untersuchung kann erst nach Herauslösung des Eisenoxydhydrates durch HCl erfolgen.

6. **Chlorogloea** Wille in Nyt Mag. Naturvid. 38 (1900) 5, Taf. 1. — Zellen kugelig oder ellipsoidisch, meist ohne deutliche Spezialhüllen, in gemeinsamer Gallerte zu aufrechten oder radiären, oft undeutlichen Reihen angeordnet, zu mehr oder weniger halbkugeligen oder flachen und höckerigen oder unregelmäßigen Lagern vereinigt, welche manchmal aus Teilkolonien zusammengesetzt sein können. Zellteilungen nach drei Raumrichtungen, aber meist unter Betonung einer bestimmten Raumrichtung. Gonidien; Nannocyten.

Ableitung des Namens: *χλωρος* (grün), *γλοιος* (Schleim).

Leitart: *Chl. tuberculosa* (Hansg.) Wille (*Palmella* (?) *tuberculosa* Hansg.) mit 1–2  $\mu$  großen, gelb- oder blaugrünen Zellen, epiphytisch auf Meeresalgen und Bryozoen in der Adria, Nordeuropa und Nordamerika (für Nordamerika von Howe in Mem. Torrey Bot.

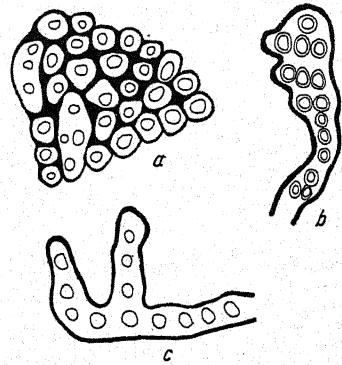


Fig. 45. *Paracapsa siderophila* Naum., a oberflächlicher Tangentialschnitt, b, c durch Zerzupfen erhaltene Einzelzellen. — Nach Naumann.

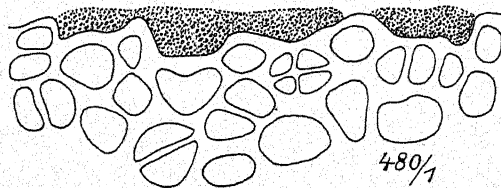


Fig. 46. *Chlorogloea tuberculosa* (Hansg.) Wille, Kolonien an der Oberfläche eines *Laminaria*-Querschnitts. — Nach Wille.

Club 15, S. 12, Fig. 1, angegeben; die oft zitierte Angabe Tildens ist zu streichen, da sie auf einer Verwechslung mit *Xenococcus Cladophorae* beruht). Fig. 46.

*Chl. microcystoides* Geitler im Süßwasser (in Spritzwasser u. dgl.) in Europa (Alpen, Tatra, Korsika, angeblich auch in Indien), wie *Chl. tuberculosa* wohl häufig übersehen bzw. mit *Microcystis*- oder *Aphanocapsa*-Arten verwechselt (Fig. 47). — *Chl. purpurea* Geitler mit purpurroten bis violetten Zellen in der Tiefe der Seen in Europa und Niederl.-Indien, typischer Bestandteil der Tiefenbiozönose, wohl meist übersehen oder verwechselt. — *Chl. endophytica* Howe in der Rinde von Rotalgen an der peruanischen Küste. — Außerdem drei ungenügend bekannte Arten. — *Chl. lutea* Setchell et Gardner = *Myxohyella lutea* (Setchell et Gardner) Geitler.



*Chl. sarcinoides* (Elenkin) Troitzkaja = *Oncobyrsa sarcinoides* Elenkin aus einem Salzsee in Rußland, weicht von den anderen Arten dadurch ab, daß *Sarcina*- oder *Eucapsis*-artige Zellpakete gebildet werden; im ganzen besteht große Ähnlichkeit mit *Myxosarcina*.

Die Arten sind bei oberflächlicher Beobachtung feststehenden *Microcystis*-Arten sehr ähnlich. *Chl. microcystoides* wurde wohl schon oft gesehen, aber für *Microcystis pulvereae* gehalten. Namentlich bei Betrachtung der Oberflächenansicht kann der Eindruck regellos angeordneter Zellhaufen entstehen; bei vorsichtiger Präparation wird aber der Aufbau aus Zellreihen deutlich. Da die Membranen sehr schleimig sind, kommt ein wirklicher Fadenbau nie zustande. Die Abgrenzung gegenüber *Microcystis* ist künstlich, solange man bei dieser feststehende Arten beläßt (wie *Microcystis pulvereae*). Solche Arten wären wohl am besten von *Microcystis* zu trennen und mit *Chl.* zu vereinigen, da sie wahrscheinlich alle grundsätzlich in Reihen liegende Zellen besitzen, wenn auch sekundär dieser Aufbau verwischt werden kann. Eine derartige Vereinigung hätte auch den praktischen Vorteil einer leichteren Bestimmbarkeit.

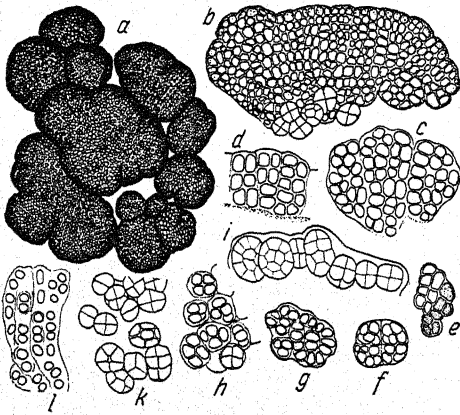


Fig. 47. *Chlorogloea microcystoides* Geitl. a Habitusbild, b–e Vertikalschnitte durch typische Thalli, f–h Teilkolonien, i, k Nannocytenbildung, l Vertikalschnitt durch einen Thallus mit locker gelagerten Zellen. — a schwach, die anderen stärker (etwas ungleich) vergr.; nach Geitler.

Zu *Chl. tuberculosa* bemerkt Wille l. c.: „Die Zellen sind ohne Zellkerne, haben aber ein wenig differenziertes, parietales, gelb- bis spangrünes Chromatophor.“ Wie aus dem übrigen Text hervorgeht, ist damit kein Chromatophor, sondern das in diesem Fall — wie auch in manchen anderen Fällen — besonders deutlich abgegrenzte Chromatoplasma gemeint. *Chl. tuberculosa* ist also wirklich eine Blaualge. — Die „Sporen“ oder „Akineten“ Wille sind nichts anderes als losgelöste periphere Zellen (Gonidien). — Bei *Chl. microcystoides* wurde Nannocytenbildung beobachtet (Fig. 47i, k).

Die Gallerte ist bei allen Arten farblos; nur bei *Chl. microcystoides* wird sie bei intensiverer Beleuchtung in den oberflächlichen Lagerteilen gelb bis braun.

7. *Rhodostichus* Geitler et Pascher ex Geitler in Arch. f. Prot. 73 (1931)

310. — Lager krustenförmig, weit ausgebreitet, purpur-schwarzrot, bis 50  $\mu$  dick, aus aufrechten, parallelen Reihen von Zellen bestehend. Zellen stäbchenförmig zylindrisch, an den Enden abgerundet (nicht spindelförmig), oft leicht gekrümmt, etwa 0,6  $\mu$  breit, 2–3 oder seltener bis 4  $\mu$  lang, in farbloser zarter Gallerte, welche nur an der Basis der Lager fester entwickelt ist und hier an den Berührungsfächen der Zellreihen in der Aufsicht als Netzstruktur erscheint; Längsachse der Zellen typisch in der Richtung der Reihen, oder infolge Stauchung schräg oder quer. Teilung quer.

Der Name ist abgeleitet von  $\rho\acute{o}\delta\omicron\nu$  (Rose, rot) und  $\sigma\tau\iota\chi\omicron\varsigma$  (Reihe).

*Rh. expansus* Geitler et Pascher an Felsplatten in Bächen in Kärnten und Tirol, in tiefem Waldesschatten. Fig. 48 a–d.

Die Gattung läßt sich mit keiner anderen verwechseln. Der Nachweis, daß es sich um eine Blaualge handelt, kann infolge der geringen Zellgröße nur per exclusionem erbracht werden. Einzelne Zellen erscheinen unter dem Mikroskop farblos, zu mehreren übereinander liegend rosa; dickere Schichten sind tief purpurrot. Die Lagerfarbe rührt also von der Färbung der Zellen, nicht der Gallerte her.

Wahrscheinlich hierher gehört als zweite Art *Pseudoncobyrsa fluminensis* F. E. Fritsch (vgl. den Anhang S. 78).

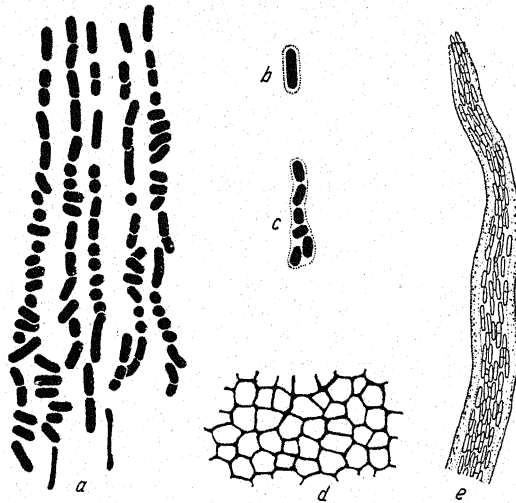


Fig. 48. *a—d* *Rhodostichus expansus* Geitl. et Pascher. *a* Vertikalschnitt durch eine Kruste. *b*, *c* Einzelbilder, *d* Gallertstruktur des Basalteils eines Lagers (Flächenbild, die im optischen Querschnitt zu denkenden Zellen sind nicht eingezeichnet). — *e* *Bacillosiphon induratus* Copeland, Ende eines entkalkten Gallertlagers (<sup>280/1</sup>). — *a—d* nach Geitler, *e* nach Copeland.

## Anhang zu den Entophysalidaceen

### Schlecht bekannte Gattungen und Gattungen unsicherer Stellung

**Bacillosiphon** Copeland in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936) 66, Fig. 30. — Gallertzylinder, an beiden Enden zugespitzt, aus einer gallertigen Außenhülle und zahlreichen in homogener Gallerte axial liegenden stäbchenförmigen Zellen aufgebaut. Zellen unregelmäßig angeordnet, einzeln oder nach der Teilung zu zweien, meist aber parallel zur Längsachse des Lagers ausgerichtet, jedoch keine Reihen oder regelmäßige Ketten bildend. Querteilung; Bildung von Planokokken durch Ausschlüpfen einzelner zylindrischer Zellen aus den Enden des Lagers. — Einzige Art, *B. induratus* Copeland l. c., bis 3 mm lang, oberflächlich mit Kalk inkrustiert, in heißen, sauren Geisern im Yellowstone National Park. Fig. 48e.

Ableitung des Namens: bacillus (Stäbchen), σιφων (Schlauch).

Copeland reiht die Gattung unter die Entophysalidaceen ein, hält die systematische Stellung aber für bestritten. Mit Hormogonien, wie *Microcoleus*, besteht nur eine äußerliche Ähnlichkeit. Vielleicht zeigt die Form einen engeren Zusammenhang mit *Tubiella* (vgl. weiter unten) und wäre mit dieser als *Tubiellaceae* Elenkin zu behandeln. Vorläufig erscheint es durchaus möglich, daß es sich einfach um eine extreme *Aphanothece* handelt; ähnliche Lagerausbildungen kommen bei *Aphanothece stagnina* var. *nemathece* Frémy vor; allerdings ist bei *Bacillosiphon* die Stäbchenform und die Ausrichtung der Zellen ausgesprochener.

**Chondrocystis** Lemmermann in Abh. Naturw. Ver. Bremen 16 (1899) 353; in Englers Bot. Jahrb. 34 (1905) 615, Taf. 7, Fig. 22—29. — Lager polsterförmig, weit ausgebreitet, bis 35 cm dick, weich, krümelig, an der Basis mit Kalk inkrustiert, an der Peripherie in viele Teillager zerfallend. Teilkolonien mit einseitig verdickter Membran.

Ableitung des Namens: χονδροϋς (Knorpel), κυστις (Blase).

Leitart: *Ch. Schavinslandii* Lemm. l. c. in einer Lagune der Insel Laysan im Pazifischen Ozean. Fig. 49b.

Aus der Beschreibung wie vor allem aus den Abbildungen ergibt sich, daß eine große Ähnlichkeit mit *Gloeocapsa* besteht. Einseitig verdickte Membranen kommen auch bei dieser vor. Übrigens zeigen die Abbildungen Lemmermanns größtenteils unregelmäßig verdickte Gallerthüllen, die außerdem polygonal gegeneinander abgeplattet sind

(vielleicht ist dies aber eine Folge der Konservierung; lebendes Material wurde nicht untersucht). Im Vergleich mit *Placoma* ist das Lager lockerer gebaut, von *Entophysalis* ist die Art durch die fehlende Reihung der Teilkolonien unterschieden. Im ganzen ist nicht ersichtlich, wodurch sich die Gattung von *Gloeocapsa* unterscheiden soll; die Anhäufung zahlreicher Kolonien zu mächtigen Ansammlungen kann kaum einen Grund zur Abtrennung bieten.

Eine zweite Art, *Ch. Bracei* Howe, von den Bermuda-Inseln ist ohne Abbildung veröffentlicht.

**Heterohormogonium** Copeland in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936) 64, Fig. 29. — Einreihige, verzweigte Fäden; Zellen in einer Gallertscheide, voneinander deutlich getrennt, keine hormogonale Organisation; Zweige entstehen durch Längsteilung einer oder mehrerer interkalärer Zellen und durch folgende Spaltung eines Teiles des Fadens, evtl. unter Aufreißen der Schlinge am einen Ende oder an beiden Enden; Äste pseudodichotom, oft scheinbar lateral. Zerfall in kürzere Fadenstücke, oder Bildung von Gonidien unter Auflösung oder Zerbrennen der Gallertscheide.

Ableitung des Namens: *ετερος* (anders).

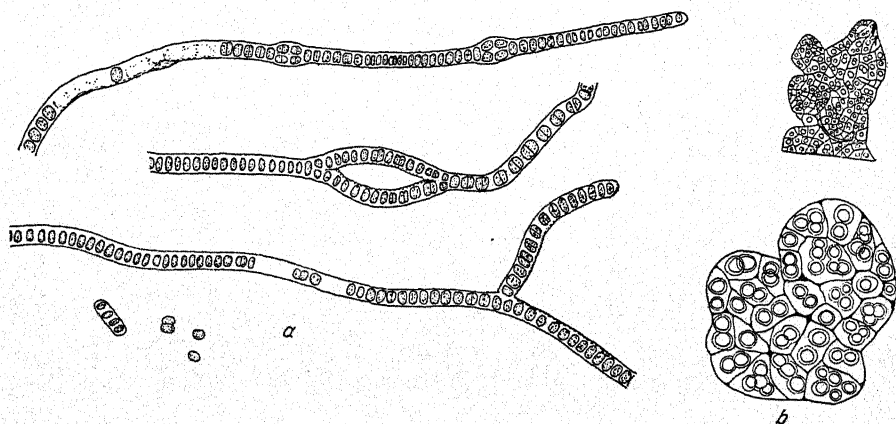


Fig. 49. a *Heterohormogonium schizodichotomum* Copeland; „Fäden“ und freie Zellen (unten) (etwa  $1200\times$ ); b *Chondrocystis Schwauslandii* Lemm. (verschiedene Vergrößerungen). — a nach Copeland, b nach Lemmermann.

Einzige Art: *H. schizodichotomum* Copeland l. c. 65, in einem semithermalen, schwach sauren Geiser im Yellowstone National Park. Fig. 49a.

Die höchst eigentümliche Alge scheint von allen anderen Blaualgen abzuweichen. Copeland betrachtet sie als Entophysalidacee und hält sie für nahe verwandt mit *Cyanothrix* Gardner (die aber kaum eine Blaualge ist; vgl. den Anhang zu den Pascherinemataceen). Infolge der offenbar deutlich ausgeprägten Fadenbildung wäre *H.* wohl besser zu den Pascherinemataceen zu stellen. Eine gewisse Ähnlichkeit besteht nach Copeland auch mit *Lithococcus* (vgl. weiter unten).

**Lithocapsa** Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. Zagreb. 1 (1925) 83, Taf. 1, Fig. 2. — Kolonien aus parallelen Zellreihen nach drei Raumrichtungen gebildet und aus bis  $133\ \mu$  langen, bis  $95\ \mu$  breiten Bündeln zusammengesetzt, ohne gemeinsame Gallertthülle. Zellen kugelig oder ellipsoidisch, nach der Teilung oft halbkugelig. — Einzige Art: *L. fasciculata* Ercegović an Felsen in Kroatien. Fig. 50.

Ableitung des Namens: *λίθος* (Stein), *capsa* (Behälter).

Der Ausdruck „Bündel“ (fasciculi) in der Diagnose ist irreführend; es handelt sich um seitlich verklebte Zellreihen. Anscheinend besteht große Ähnlichkeit mit *Chlorogloea* (z. B. *microcystoides*), und es ist nicht klar ersichtlich, worin der Unterschied gegenüber dieser Gattung besteht.

**Lithococcus** Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. Zagreb. 1 (1925) 84, Taf. 2, Fig. 1. — Lager endolithisch, fadenförmig, wiederholt verzweigt. Zellen meist ellipsoidisch, seltener kugelig, in dicken Lagerteilen regellos, in dünnen parallel zur Längsachse der Fäden gestellt, in den jüngsten Teilen in einer Reihe. Kaum sichtbare Spezialhüllen, homogene, kaum sichtbare gemeinsame Gallerte. — Einzige Art, *L. ramosus* Ercegović, an Felsen in Kroatien. Fig. 50.

Ableitung des Namens: *λίθος* (Stein), *κοκκος* (Kern).

Ercegović betrachtet die Gattung als Chroococcacee, spricht aber von „Fäden“, „Zweigen“ und „Scheiden“. Es handelt sich zweifellos um keine echt fadenförmige Alge. Die Einreihung unter die Entophysalidaceen ist solange die gegebene, bis der Lagerbau näher untersucht ist. Vielleicht besteht eine Verwandtschaft mit *Cyanostylon*; vielleicht handelt es sich nur um eine *Aphanocapsa* mit zer-schlitztem Thallus.

**Pseudoncobyrsa** Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 41, 2. Abt. (1925) 237. —

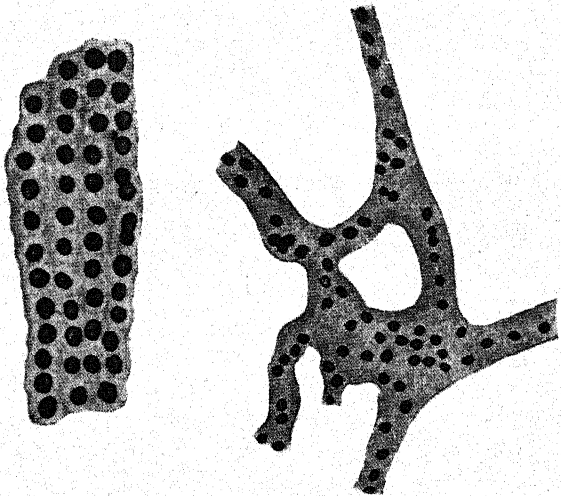


Fig. 50. Links: *Lithocapsa fasciculata* Ercegović, Vertikalschnitt (etwa  $\frac{1100}{1}$ ); rechts: *Lithococcus ramosus* Ercegović (etwa  $\frac{800}{1}$ ). — Nach Ercegović.

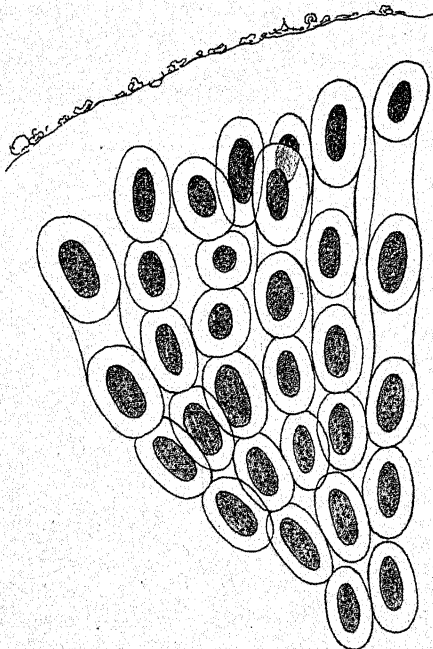


Fig. 51. *Pseudoncobyrsa lacustris* (Kirchn.) Geitl., Vertikalschnitt durch einen Lagersektor ( $\frac{575}{1}$ ). — Nach Kirchner.

Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, mit nicht ineinander geschachtelten, distinkten oder zerfließenden Spezialhüllen, in gemeinsamer homogener Gallerte, zu deutlichen, mitunter verzweigten Reihen angeordnet, halbkugelige oder flache festsitzende Lager bildend.

Ableitung des Namens: *ψευδος* (falsch), *Oncobyrsa*, eine Blaualgengattung.

Die Gattung wurde auf Grund von *Oncobyrsa lacustris* Kirchner (in Kirchner-Schröter, Veg. d. Bodens. 102) aufgestellt, die einen von *Oncobyrsa* (*Pleurocapsale*) deutlich verschiedenen Aufbau besitzt. Die Art hat auffallend große Zellen ( $11-13 \times 15$  bis  $25 \mu$ ) und bildet bis 2 mm große elastische Gallertlager in der Uferzone des Bodensees (Fig. 51). Eine genauere Untersuchung steht noch aus; es scheint nicht einmal sicher, ob es sich um eine Blaualge und nicht vielleicht um eine Süßwasserbangiacee handelt.

Skuja (in Acta Horti Bot. Univ. Latv. 4 (1930) 13, Taf. 1, Fig. 14) beschrieb einen status chroococcoideus, in welchem amorph schleimige Lager gebildet werden. Die Protoplasten der oberflächlich liegenden Zellen bilden ein karotinrotes Öl (Hämatochrom), das bei Blaualgen niemals vorkommt. Meine Untersuchung einer

Trockenprobe, die mir der Autor freundlicherweise zur Verfügung stellte, ergab, daß es sich um einen kernführenden Organismus handelt, der stäbchen- oder scheibchenförmige Chromatophoren besitzt und Stärke (anscheinend Florideenstärke) bildet; der zentral liegende Kern läßt sich leicht mit Essigkarmin nachweisen. Zumindest der status chroococcoideus, dessen Zugehörigkeit zu *Pseudonocobyrsa lacustris* aber nicht erwiesen ist, muß also von den Blaualgen ausgeschlossen werden.

Als *Ps. fluminensis* beschrieb F. E. Fritsch (New Phytol. 28, 1929, 194, Fig. 6) eine zweite Art aus einem Fluß in England, die von *Ps. lacustris* sehr verschieden ist, aber große Ähnlichkeit mit *Rhodostichus* aufweist; sie wäre daher wohl besser zu dieser Gattung zu stellen. Doch konnte die Entwicklungsgeschichte noch nicht restlos geklärt werden; falls sich die Vermutung Fritschs bewahrheiten sollte, daß an den Enden der Zellreihen große Dauerzellen gebildet werden, würde sich die Aufstellung einer neuen Gattung empfehlen.

**Tubiella** Hollerbach in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. URSS Ser. II, 2 (1934) 34, Taf. I, Fig. 1—8. — Einzige Art: *T. Elenkinii* Hollerbach. — Lager weit ausgebreitet, dünnhäutig, schleimig, blaugrün, aus dicht gedrängten, mehr oder weniger parallel angeordneten Gallertzylindern bestehend, welche freie Zellen (keine Zellfäden) enthalten. Gallertzylinder einfach, stellenweise unregelmäßig erweitert, farblos, mit Chlorzinkjod nicht

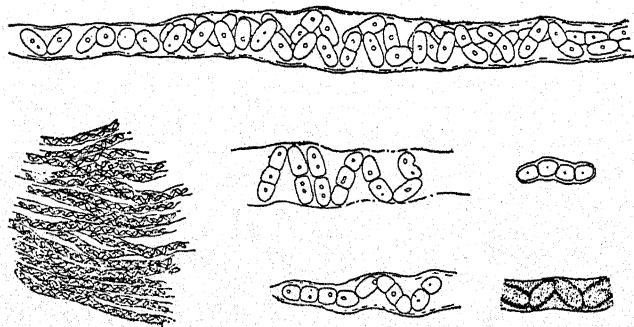


Fig. 52. *Tubiella Elenkinii* Hollerbach, Habitusbild (links unten) und Einzelbilder (stärker vergr.). — Nach Hollerbach.

blau gefärbt, fest und deutlich begrenzt, oder schleimig, manchmal zerfließend und schwer sichtbar, an den Enden abgerundet oder nach dem Austritt von Zellen abgestutzt, 3,3—8,3 (meist 4—6,7)  $\mu$  breit. Zellen lang ellipsoidisch oder zylindrisch mit abgerundeten Enden, 1,7—3 (meist 2—2,5)  $\mu$  breit, 2,5—6,2 (meist 4,2—5,5)  $\mu$  lang, manchmal bis 12  $\mu$  lang, blaugrün, mit einem stark lichtbrechenden Körnchen oder mehreren Körnchen im Zentrum, im Gallertzylinder anfangs einreihig angeordnet, später zickzackförmig, miteinander in Berührung oder manchmal mehr oder weniger spiralig angeordnet, seltener regellos gelagert. Fortpflanzung durch Entleerung von Zellen am Scheitel des Gallertzylinders. — Aus saurem Sandboden aus der Umgebung von Leningrad in Kultur aufgegangen. Fig. 52.

Ableitung des Namens von tubus (Röhre).

Hollerbach betrachtet die systematische Stellung der Alge als ungeklärt, hält aber die provisorische Einstellung in die Entophysalidaceen für das zweckmäßigste. Elenkin, Monogr. Alg. Cyan. URSS (1936) 540, betrachtet *T.* als Vertreter einer eigenen Familie, *Tubiellaceae* Elenkin, die seine Reihe der *Tubiellales* bildet (er gliedert also entsprechend meiner früheren Auffassung die *Chroococcales* = „*Chroococceae*“ in *Chroococcales*, *Entophysalidales* und *Tubiellales*).

Sicher ist, daß *T.* keine echte Fadenbildung besitzt, wenn auch Ansätze dazu vorhanden sind. Sie fällt aus dem Rahmen der Entophysalidaceen etwas heraus und sei daher, wie dies auch der Auffassung Hollerbachs und Elenkins entspricht, im Anhang

zu diesen behandelt. Nähere Beziehungen bestehen wohl zu *Rhabdoderma* und *Synechococcus* einerseits, zu *Bacillosiphon* andererseits. Solange die Alge nicht im Freiland beobachtet wurde, läßt sich nicht entscheiden, ob die Gallertzylinderbildung nicht vielleicht nur durch die Kultur hervorgerufen oder gesteigert ist.

## Pleurocapsales

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 238, erweitert, inkl. *Siphononematales* Geitl. (*Siphononemataceae* Geitler) und *Endonematales* Elenkin (*Endonemataceae* Pascher = *Pascherinemataceae* Geitl. nov. nom.). — *Chamaesiphonales* R. Wettstein, Handb. Syst. Bot. 3. Aufl. (1923) S. 79 pro parte.

Die Reihe umfaßt die Familien *Pleurocapsaceae* (Geitler) Ercegović, *Scopulonemataceae* nov. nom., *Siphononemataceae* Geitl. und *Pascherinemataceae* nov. nom. Es sind dies Formen, welche die Weiterentwicklung von Entophysalidaceen-artigen Chroococcalen-Typen zu ausgesprochenen Fadenalgen, allerdings Fadenalgen von nicht hormogonaler, sondern pleurocapsaler Organisation, darstellen; zudem treten typischerweise Endosporangien auf, die den Chroococcalen noch fehlen. Gegenüber den *Dermocarpales* s. str. dieser Bearbeitung, die ebenfalls Sporangien ausbilden, besteht der Unterschied darin, daß vegetative Teilungen ablaufen; während die *Dermocarpales* den typischen Protococcalen unter den Grünalgen entsprechen, sind die *Pleurocapsales* mit den Ulotrichalen vergleichbar.

Nach dem Gesagten sind Pleurocapsalen und Dermocarpalen gleichwertige Entwicklungsreihen. Sie stehen nicht in dem Sinn in einem näheren Zusammenhang, daß sich die eine Reihe von der anderen ableiten würde; vielmehr gehen beide auf die Chroococcalen zurück, nehmen aber von da aus verschiedene Entwicklung: die Pleurocapsalen gehen zur Fadenbildung über (wobei aber die durch den engen Zusammenhalt der Zellen gegebene Organisation der Hormogonalen noch nicht erreicht wird), während die Dermocarpalen unter Unterdrückung der vegetativen Zweiteilung, oder anders ausgedrückt, unter Betonung des einzelligen Zustands extrem protococcoide Organisation erreichen. Die Dermocarpalen stellen also eine Sackgasse der Entwicklung dar, die in den exosporinen Formen (*Chamaesiphon*) ihr Ende findet. Die Hormogonalen sind dagegen von den Pleurocapsalen abzuleiten. Die Hintereinanderreihung der Pleurocapsalen und Dermocarpalen ist also nur durch die buchmäßige Darstellung gegeben; sie hat zur Folge, daß einerseits der natürliche Zusammenhang der Dermocarpalen mit den Chroococcalen durch die Pleurocapsalen unterbrochen erscheint, andererseits die natürliche Verbindung von Pleurocapsalen mit Hormogonalen zerstört wird.

Nach dieser Auffassung ist die bisherige, auch von mir durchgeführte Vereinigung von *Pleurocapsales* und *Dermocarpales* zu einer Gruppe („*Chamaesiphonales*“) nicht richtig; denn sie erweckt den Anschein, als ob beide zusammen die Mitte zwischen Chroococcalen und Hormogonalen halten würden.

### Einteilung der Reihe

- A. Thallus nicht fadenförmig oder höchstens mit Andeutung von Fäden (S. 80)  
**Pleurocapsaceae** s. str.
- B. Thallus fadenförmig (in bestimmten Entwicklungsstadien kann der Fadenaufbau verwischt sein).
  - a) Fäden miteinander zu Pseudoparenchymen verwachsen oder frei, dann aber kriechend oder endolithisch (S. 85) . . . . . **Scopulonemataceae**
  - b) Fäden frei, aufrecht.
    - α) Fäden mehrreihig, ohne Endosporangien (S. 98) . . . . . **Siphononemataceae**
    - β) Fäden einreihig, mit apikalen Endosporangien (S. 99) . . . . . **Pascherinemataceae**

Ein gemeinsames Merkmal aller Pleurocapsalen liegt darin, daß es sich durchweg um festsitzende Formen handelt. Am niedrigsten organisiert sind die Pleurocapsaceen s. str., welche den Chroococcaceen noch sehr nahe stehen; sie besitzen keinen regelmäßigen



gebauten Thallus. Bei den Scopulonemataceen (= Pleurocapsaceen im bisherigen Sinn) treten zum Teil ganz gesetzmäßig aufgebaute Thalli in Erscheinung, die im Rahmen der pleurocapsalen Organisation die Thallusbildungen der Stigonemataceen und Verwandten nachahmen. Dies ist auch bei den Siphonemataceen der Fall. Die Pascherinemataceen schließlich zeigen die höchste Ausbildung des Fadenbaus und sind den Hormogonalen am weitesten angenähert.

## Pleurocapsaceae

*Pleurocapsaceae* Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 238 pro parte; emend. Ercegović in Bull. intern. Ac. Yougosl. sci. arts, Classe sci. math. nat. 26 (1932) 37. — Inkl. *Chroococcidiaceae* Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 623.

**Merkmale.** Zellen mit festen oder schleimigen Membranen, manchmal mit Differenzierung in Basis und Spitze, zu festsitzenden Kolonien oder Lagern von nicht fädigem Aufbau vereinigt; manchmal Andeutung fädigen Wachstums. Endosporen in nicht oder kaum veränderten, oft vergrößerten Zellen<sup>1)</sup>.

Als typische Gattung kann *Pleurocapsa* aufgefaßt werden (vgl. das dort Gesagte). Der Begriff der Familie deckt sich mit dem der *Chroococcidiaceae*, doch gebührt der Benennung Ercegovićs die Priorität. Diese Bezeichnungsweise ist allerdings insofern unpraktisch, als der Name *Pleurocapsaceae* bisher in weiterem Sinn gebraucht wurde. Da aber eben die Gattung *Pleurocapsa* durch die Untersuchungen Ercegovićs neu gefaßt werden mußte, wodurch auch die neue Familie der *Scopulonemataceae* entstand, ist die Umbenennung notwendig. Durch Zusatz der Worte „sensu stricto“ kann der Tatbestand kurz gekennzeichnet werden.

**Wichtigste Literatur.** A. Ercegović, l. c., L. Geitler, l. c.; ferner A. Ercegović in Arch. f. Protok. 71 (1930) 36; L. Geitler u. F. Ruttner, Cytan. Deutsch. Limn. Sunda-Exp., in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV (1935). — Vgl. auch die Gattungen.

**Verwandtschaftsverhältnisse.** Die Pleurocapsaceen zeigen nahe Beziehungen zu den Chroococcaceen, Entophysalidaceen und Scopulonemataceen. *Chroococcidium* ist im wesentlichen ein *Chroococcus* mit betonter Thallusbildung und Endosporenbildung. *Podocapsa* und *Ercegovicia* nähern sich *Gloeocapsa* bzw. *Entophysalis*. *Pleurocapsa* und *Chroococcopsis* unterscheiden sich von *Scopulonema* hauptsächlich graduell durch die fehlende bzw. nur angedeutete Fadenbildung; besonders bei *Pleurocapsa* ist auch eine Annäherung an die Cyanidiaceen (Dermocarpalen) festzustellen, da die vegetativen Teilungen stark zurücktreten.

Viele Formen sind noch nicht genügend untersucht. Fraglich erscheint besonders die Einreihung von *Myxosarcina*, *Podocapsa* und *Ercegovicia*.

### Einteilung der Familie

A. Zellen nicht in Basis und Spitze differenziert.

a) Lager unregelmäßig aufgebaut.

α) Zellen mit festen, nicht schleimigen Membranen (S. 80) 1. *Chroococcopsis*

β) Zellen mit mehr oder weniger schleimigen Membranen.

I. Zellen mit relativ festen oder *Gloeocapsa*-artigen Hüllen (S. 81)

2. *Pleurocapsa*

II. Zellen mit relativ weichen, *Chroococcus*-artigen Hüllen (S. 82)

3. *Chroococcidium*

b) Lager aus mehr oder weniger regelmäßig würfelig angeordneten Zellen aufgebaut (S. 83) . . . . . 4. *Myxosarcina*

B. Zellen in Basis und Spitze differenziert (S. 83) . . . . . 5. *Podocapsa*

1. *Chroococcopsis* Geitler in Arch. f. Protok. 51 (1925) 342, Fig. K. — Thallus aus haufenartig dicht beisammenliegenden, selten auf ganz kurze Strecken hin undeutlich

<sup>1)</sup> Über die Endosporenbildung vgl. das in der Einleitung zu den Scopulonemataceen Gesagte.

fadenförmig und aufrecht angeordneten Zellen bestehend; oft isolierte Zellen. Zellwand fest, mäßig dick (nicht wie bei *Chroococcus* oder *Gloeocapsa* Gallerthüllen bildend), oft geschichtet. Endosporen zu vielen (bis 64) in vergrößerten Zellen gebildet.

Ableitung des Namens: *ὄψις* (Aussehen).

Einzigste Art: *Chr. gigantea* Geitl. l. c. mit bis 40  $\mu$  großen Zellen auf Steinen am Grund stehender Gewässer oder in fließendem Wasser in den Alpen, in Lettland, Java und Sumatra; wohl kosmopolitisch, aber oft mit anderen Arten verwechselt. Fig. 53.

Die Art gehört zu den typischen Gliedern der chromatisch adaptierten Tiefenalgen in Seen, ist jedoch offenbar an steinigen Untergrund gebunden. Sie kommt aber auch in ganz seichten Gewässern und manchmal vorübergehend trockenliegend vor. Die Farbe der Zellen wechselt je nach der Beleuchtung und der Ernährung von blaugrün zu olivengrün, graugrün, violett oder gelb. — Ein einziges Mal wurde die Art in einer Therme in Ostjava beobachtet.

Wenn die Zellen zwischen anderen Algen eingepreßt wachsen, nehmen sie manchmal keulige Formen an und ähneln einer *Dermocarpa*, mit der die Art dann verwechselt werden kann. Bei fadenförmiger Reihung der Zellen kann Verwechslung mit *Scopulonema* unterlaufen.

*Chr. fluminensis* F. E. Fritsch = *Scopulonema minus* (Hansg.) Geitler.

2. **Pleurocapsa** Thuret ex Hauck in Rabh. Krypt.-Flora II (1885) 515, Fig. 231. — Zellen einzeln oder regellos in *Gloeocapsa*-artigen Kolonien, die krustige Überzüge bilden. Zellen mehr oder weniger kugelig oder polygonal abgeplattet, mit oft *Gloeocapsa*-artigen Hüllen. Teilungen nach drei Raumrichtungen. Endosporen in vergrößerten Zellen, zu vielen gebildet, oft innerhalb des Sporangiums keimend, dessen Wand dann verschleimt.

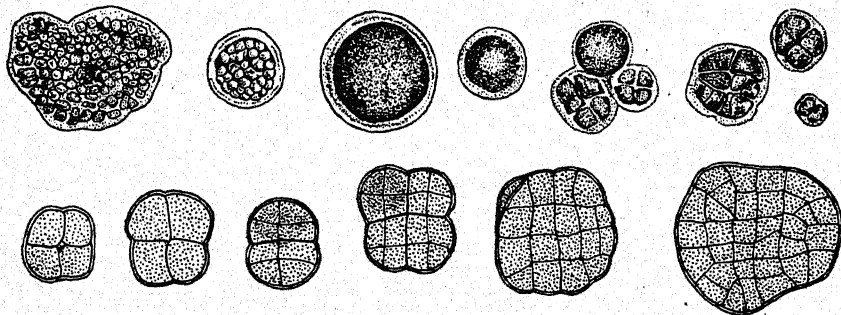


Fig. 54. Oben: *Pleurocapsa fuliginosa* Hauck, verschiedene Entwicklungszustände (nach Hauck); unten: *Myxosarcina concinna* Printz (nach Printz).

Ableitung des Namens: *πλευρα* (Seite), *capsa* (Behälter).

Leitart: *Pl. fuliginosa* Hauck in der Ebbe-Flut-Zone an den europäischen und nordamerikanischen (?) Meeresküsten. Fig. 54.

Die Art ist wenig bekannt; auch Frémy (Cyan. Côtes d'Europe 1934, 39) hält sie für zweifelhaft. Es ist fraglich, ob die von Ercegović (in Arch. Protok. 71, 1930, 362) näher untersuchte Pflanze mit der wirklichen *Pl. fuliginosa* identisch ist (in der Originaldiagnose wird die Membran als farblos angegeben, Ercegović fand sie aber manchmal gelbbraun; auch zeigt die Originalabbildung gegenüber den Bildern Ercegovićs Unterschiede).

Ercegović zieht zu der Gattung als zweite Art *Pl. Ercegovicii* De-Toni (Not. Syst. IV, 1938, 365) = *Pl. crepidinum* Ercegović, non Collins. Sie ist nach Ercegović mit *Pl. gloeocapsoides* Setchell et Gardner und diese auch mit *Gloeocapsa crepidinum* Thuret identisch. Ob dies richtig ist, bedarf noch der Aufklärung; es ist durchaus möglich, daß es eine *Gloeocapsa crepidinum* gibt, die mit der ähnlichen *Pl. gloeocapsoides* bzw. *Pl. Ercegovicii* nicht identisch ist. Setchell und Gardner halten *Gloeocapsa crepidinum* und *Pl. gloeocapsoides* für verschieden.

Eine dritte Art, *Pl. fissuratum* Ercegović, in der Flutzone an Felsen in Dalmatien<sup>1)</sup>.

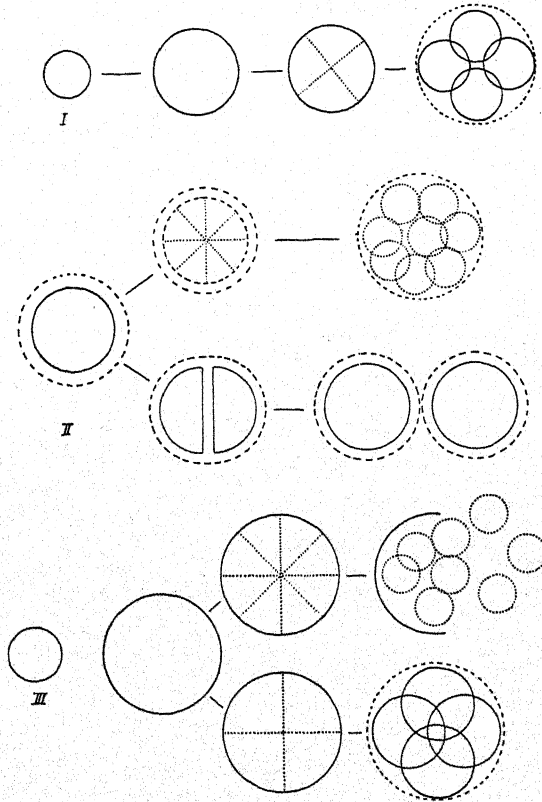


Fig. 55. Vergleichende schematische Übersicht der Entwicklung von I. *Cyanidium*, II. *Chroococcidium*, III. *Chroococcidiopsis* (ausgezogen die festen Membranen, gestrichelt verschleimende Membranen, punktiert nackte Protoplasten bzw. nur mit Eigenmembran umgebene Protoplasten). — Nach Geitler und Ruttner.

**3. Chroococcidium** Geitler in Arch. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 624; Suppl. XIV (1935) 386, Fig. 13. — Zellen *Chroococcus*-artig, in gemeinsamer Gallerte locker und regellos, aber vorwiegend zweidimensional angeordnet, schleimig-häutige mikroskopische Überzüge bildend. Fortpflanzung durch vegetative Teilungen und Endsporenbildung. Ableitung des Namens von *Chroococcus*.

Einzigste Art: *Chr. gelatinosum* Geitl. l. c. 387 mit bis 18  $\mu$  großen Zellen, in einem See auf Sumatra, bildet zusammen mit anderen Blaualgen einen Überzug auf ins Wasser hängenden lebenden Blättern eines Strauches. Fig. 55, 56

Die Endsporen werden in einzelnen Zellen oder aus Teilen solcher gebildet (dies kommt auch bei anderen Pleurocapsalen vor); meist entstehen 8–16, manchmal auch

<sup>1)</sup> Über *Pl. minor* und andere bisher zu *Pl.* gestellte Arten vgl. *Scopulonema* S. 93.

32 Endosporen aus einem Sporangium. Die Ausbildung von Spezialhüllen ist Schwankungen unterworfen. Ohne Berücksichtigung der Sporenbildung kann die Art für einen *Chroococcus* gehalten werden; es läßt sich daher auch nicht sagen, ob sie nicht schon öfters gesehen, aber verkannt wurde.

4. *Myxosarcina* Printz in K. Norske Vidensk. Selsk. Skrift. 1920 (Dronthjem 1921) 35, Taf. 16, Fig. 342–357. — Kolonien abgerundet würfelig, aus dicht gedrängten, fast kubischen oder verschieden abgeplatteten Zellen aufgebaut. Teilungen regelmäßig nach drei Raumrichtungen, anfangs regelmäßig senkrecht aufeinander stehend; im Alter laufen auch schiefe Teilungen ab. Membran dünn, aber deutlich, oder mäßig dick. Endosporenbildung.

Ableitung des Namens: *μῦσα* (Schleim), *Sarcina*, Bakteriengattung mit ähnlich gebauten Kolonien.

Leitart: *M. concinna* Printz l. c., an Baumstämmen in Süd-Afrika. Fig. 54. — In einem reichhaltigen Material wurden nur zwei Kolonien in Endosporenbildung gefunden. Die Endosporen entstehen zu vielen in kaum veränderten Zellen; ganze Kolonien können in Endosporenbildung übergehen. — Außerdem zwei Arten, bei welchen noch keine Endosporenbildung beobachtet wurde: *M. chroococcoides* Geitler in Hochmooren und Wiesen Sümpfen in den Alpen, eine etwas unsichere Art, die vielleicht nur ein extremes Wachstumsstadium eines *Chroococcus* darstellt, und *M. spectabilis* Geitler aus Thermen in Sumatra mit Kolonien, die die regelmäßige würfelige Anordnung der Zellen früher als die der typischen Art aufgeben; mit letzterer sehr ähnlich oder wahrscheinlich identisch *M. amethystina* Copeland aus Geisern im Yellowstone National Park (an ihr wurde auch die Endosporenbildung beobachtet).

5. *Podocapsa* Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. VI (1931) 33, Fig. 1. — Lager epilithisch, unregelmäßig ausgebreitet. Zellen verschieden geformt, selten kugelig

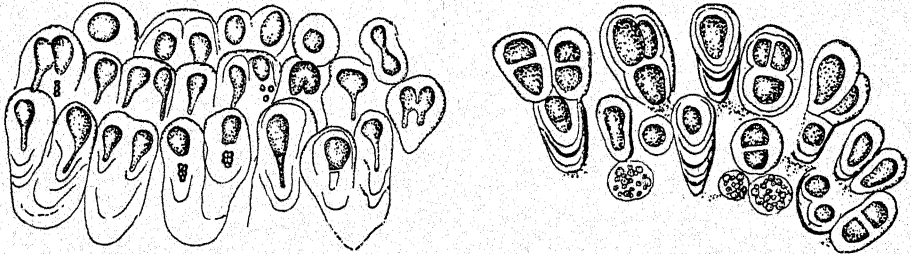


Fig. 57. Links: *Podocapsa pedicellata* Erceg., rechts: *Ercegovicia litoralis* (Erceg.) J. De-Toni. — Nach Ercegović.

oder ellipsoidisch, oft birn- oder keilförmig oder in einen basalen Stiel ausgezogen (gemeint sind hier die Protoplasten der Zellen!), nicht miteinander verwachsen, mit Längsteilung, einschichtige Kolonien von unregelmäßigem Umriss bildend. Hüllen mehr oder weniger dick, geschichtet, 1–4 Protoplasten enthaltend, einfach oder nach Art von *Gloeocapsa* ineinandergeschachtelt. Fortpflanzung durch Endosporen aus dem basalen Teil der Zellen, d. i. der stielchenförmigen Verlängerung des Protoplasten, zu wenigen gebildet.

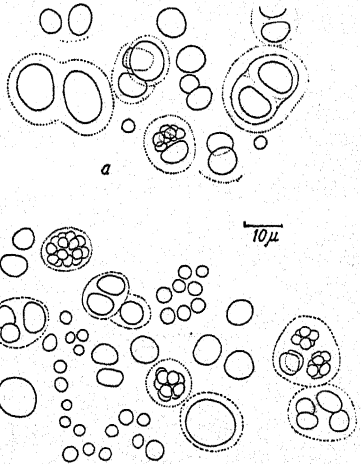


Fig. 56. *Chroococcidium gelatinosum* Geitl., Thallustelle mit Zellen von *Chroococcus*-artiger Ausbildung, zum Teil in Endosporenbildung und nach der Endosporenbildung. — Nach Geitler und Ruttner.

Ableitung des Namens: *πους, ποδος* (Fuß), *capsa* (Behälter).

Einzige Art: *P. pedicellata* Ercegović in der Flutzone an Felsen der dalmatinischen Küste. Fig. 57.

Die Gattung wäre vielleicht besser im Anhang zu behandeln. Die Bilder von Ercegović sehen etwas außergewöhnlich aus, was aber offensichtlich daher kommt, daß das Material sehr schlecht erhalten war; die Protoplasten zeigen, sofern die Zeichnung richtig ist, Schrumpfformen. Auffallend ist die Tatsache, daß die Endosporen aus den basalen Teilen gebildet werden (was ohne Analogie dasteht); gerade die „Stielchen“-bildung macht den Eindruck, daß die Zellen hier eine geringere Vitalität besitzen als am apikalen Pol. Ohne Analogie ist auch das Vorkommen von Längsteilung bei einer polar differenzierten Blaualge.

Ercegović gründet auf die Gattung eine eigene Familie *Podocapsaceae* (in Bull. intern. Ac. Yougosl. sci. nat. classe sci. math. nat. 26, 1932, 140). Hierfür wäre wohl noch eine gründlichere Untersuchung nötig. Am ähnlichsten erscheint die Gattung *Ercegovicia* (= *Brachynema*), die Ercegović aber in seine Familie der *Xenococcaceae* stellt. Der Unterschied soll darin liegen, daß *Podocapsa* eine Differenzierung in Basis und Spitze besitzt, *Ercegovicia* aber nicht, und daß diese im Gegensatz zu jener Fäden bildet. Tatsächlich ist auch *Ercegovicia* deutlich polar gebaut und ihre Fäden sind so unendlich (eigentlich nur Reihen von Zellfamilien) und so kurz, daß dies auch keinen wesentlichen Unterschied ausmacht (vgl. den Anhang und Fig. 57).

#### Anhang unsicherer oder aufzulassender Pleurocapsaceen

**Ercegovicia** J. De-Toni, Noterelle Nomencl. Algolog. VIII (1936) 3. — *Brachynema* Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. VI (1931) 36, Fig. 2; non Bentham (1859; *Olaeaceae*) nec aliorum. — Thallus epilithisch, pulverig, unbestimmt ausgebreitet. Zellen kugelig, ellipsoidisch oder birnförmig, nicht miteinander verwachsen, mit geschichteten Gallerthüllen, nach allen Raumrichtungen sich teilend, anfangs wenigzellige *Gloeocapsa*-artige Kolonien bildend, später sehr kurze dichotom oder tetrachotom verzweigte, mehr oder weniger parallele Fäden bildend. Hüllen 1—4, seltener mehr Protoplasten enthaltend, einfach oder nach Art von *Gloeocapsa* ineinandergeschachtelt, in den apikalen Zellen überall gleich dick, an den basalen Zellen im basalen Teil verdickt und verjüngt. Fortpflanzung durch Endosporen, die in basalen, von den vegetativen Zellen nicht abweichenden Sporangien gebildet werden.

Nach dem kroatischen Algologen Ante Ercegović benannt.

Einzige Art: *Ercegovicia litoralis* (Erceg.) J. De-Toni l. c. = *Brachynema litorale* Erceg. in der Flutzone an Meeresfelsen in Dalmatien.

Die Alge bedarf einer gründlichen Neuuntersuchung. Die „Fäden“ sind zweifellos keine wirklichen Fäden, sondern Zellreihen bzw. Reihen von Teilkolonien in der Art von *Entophysalis*. Es scheint, daß es sich um eine *Gloeocapsa* Sekt. *Chrysocapsa* handelt, die, wie so oft, etwas polarisiert ist. Ob die angeblich basalen Endosporangien wirklich zu dieser Pflanze gehören, erscheint fraglich (vielleicht handelt es sich um Nannocytenbildung). Gegenüber *Podocapsa* sind keine wirklichen Unterschiede zu erkennen (vgl. das dort Gesagte).

**Epilithia** Ercegović in Bull. Int. Ac. Yougosl. sci. nat. arts, classe sci. math. nat. 26 (1932) 142. — Thallus epilithisch, pulverig, sehr dünn, unbestimmt ausgebreitet. Zellen im basalen Teil kugelig oder halbkugelig, gegen den Scheitel der Fäden zu ellipsoidisch oder fast zylindrisch, mehr oder weniger mit Membranen umgeben (? G.), nach allen Raumrichtungen sich teilend, anfangs dicht gedrängt einschichtige, *Gloeocapsa*-artige Kolonien bildend, später sehr kurze, an der Spitze dichotom verzweigte, parallele, eng vereinigte Fäden bildend, die gegen die Unterlage zu gerichtet sind. Hüllen überall gleich dick, am Scheitel der Fäden offen. Fortpflanzung durch Endosporen in basalen Sporangien, die sich von den vegetativen Zellen in Form und Größe nicht unterscheiden.

Ableitung des Namens: *ἐπι* (auf), *λίθος* (Stein).

Einzige Art: *E. adriatica* Erceg. l. c. 143, Fig. 3, an Felsen der dalmatinischen Küste. Ercegović stellt die Gattung in seine Familie *Xenococcaceae*; tatsächlich handelt es sich um eine Form, die von *Podocapsa* und *Ercegovicia* kaum verschieden ist, d. h. um eine *Gloeocapsa*- oder *Entophysalis*-artige Alge (vgl. das bei diesen Gattungen Gesagte;

die „Fäden“ sind auch hier keine wirklichen Fäden; usw.). Die sog. „Öffnung“ der Membranen am Scheitel beruht nur auf einer abweichenden Ausbildung der Gallerte an diesen Stellen. In der auch in anderer Hinsicht ungenügenden Abbildung Ercegovićs ist nur eine einzige Membranlamelle bzw. nur die äußere Membrangrenze dargestellt, wodurch eine „Öffnung“ vorgetäuscht wird. Die Abbildung stellt offenbar eine schiefe Aufsicht auf einen gequetschten Lagerteil dar, dessen Protoplasten, falls nicht ungenau gezeichnet, stark geschrumpft waren.

**Krkia** Pevalek. Vgl. den Anhang zu den Chroococcaceen (S. 66).

## Scopulonemataceae

*Pleurocapsaceae* Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 238 pro parte; *Scopulonemataceae* Ercegović in Bull. int. Ac. Yougosl. sci. arts, classe sci. math. nat. 26 (1932) 38, emend. Geitler; inkl. *Xenococcaceae* Erceg. l. c. und *Hyellaceae* Erceg. l. c.

**Merkmale.** Pflanzen wenigstens in gewissen Entwicklungsstadien fadenförmig, aber nicht von hormogonaler Organisation, mit festen oder schleimigen Membranen. Fäden einreihig oder mehrreihig, mit Spitzenwachstum, unverzweigt oder meist verzweigt, häufig seitlich miteinander verwachsen und Pseudoparenchyme bildend. Verzweigung durch Längsteilung der Spitzenzelle dichotom oder tetrachotom oder häufiger durch Abgliederung einer seitlichen Ausstülpung einer interkalaren Zelle seitlich oder durch seitliches Auswachsen einer subterminalen Zelle unter Hinaufrücken des Seitenastes (Evektion) scheidendichotom. Thallus häufig in Sohle und aufrechte Fäden gegliedert; Sohle aus unregelmäßig auf dem Substrat kriechenden Fäden bestehend oder eine mehr oder weniger kreisrunde Scheibe mit Randwachstum; Scheibe aus radiär gestellten freien, verzweigten Fäden aufgebaut, oder von nemato- bis blastoparenchymatischem Aufbau. Aufrechte Fäden frei oder seitlich verwachsen. Der Thallus besteht manchmal ausschließlich aus endolithischen Fäden. Zellteilungen endogen, mit Ineinanderschachtelung der Membranen wie bei Chroococcalen. Bei einseitiger Bildung von Membransubstanz entstehen Fäden, welche vorwiegend aus Membransubstanz aufgebaut sind (*Solentia*). Endosporen in oft vergrößerten, zu Sporangien umgebildeten Zellen; Sporangien in höher differenzierten Thalli meist aus den jüngsten Zellen gebildet, also end- oder randständig.

Die hier gegebene Fassung der Familie deckt sich mit der der bisherigen *Pleurocapsaceen*, nur daß die den Chroococcaceen sehr nahestehenden *Pleurocapsaceae* s. str. (besonders im Hinblick auf Formen wie *Chroococcidium*) ausgeschieden wurden. Außerdem mußte der Name geändert werden, da die Gattung *Pleurocapsa* Thuret ausscheidet und die später zu *Pleurocapsa* gestellten Arten nunmehr zu der Gattung *Scopulonema* gestellt werden. Für die überspitzte Zerteilung der Scopulonemataceen in drei Familien durch Ercegović — seine Familie der Scopulonemataceen umfaßt allein *Scopulonema* — läßt sich kein stichhaltiger Grund finden, sofern man den Familienbegriff in einer ähnlichen Weise wie in anderen Pflanzengruppen auffaßt. Tatsächlich sind die Scopulonemataceen in der hier gegebenen Fassung eine sehr natürliche Gruppe; dies geht soweit, daß in der Praxis die Unterscheidung der Gattungen oft unmöglich ist, wenn nicht die ganze Entwicklungsgeschichte bekannt ist. Nur *Solentia* fällt heraus.

**Wichtigste Literatur.** E. Bornet et Ch. Flahault in Journ. de Bot. 2 (1888) 161. — A. Ercegović in Arch. f. Protok. 71 (1930) 361. — L. Geitler in Arch. f. Protok. 51 (1925) 321; in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925 b); in Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1930—1932). — W. A. Setchell and N. L. Gardner, New Pac. Coast algae III, in Univ. Calif. Publ. 6 (1918) 455.

**Vegetationsorgane.** Die Kenntnisse über den Aufbau der Scopulonemataceen sind verhältnismäßig jung. Viele Formen sind noch nicht eingehend untersucht worden.

Im wesentlichen ist die Faden- und Thallusbildung die gleiche wie bei den einfacheren Chlorophyceen. Eine Differenzierung in Trichom und Scheide, die für die Hormogonalen bezeichnend ist, fehlt, und dementsprechend gibt es auch keine Hormogonienbildung. Die Zellen besitzen eine vergleichsweise dicke Membran. Die Tochterzellen werden innerhalb der Membran der Mutterzellen wie bei typischen Chroococcalen angelegt, wodurch



auch Ineinandererschachtelung der Membranen vorkommt; die Teilungen sind also endogen. Bei *Solentia* erfolgt eine besondere Förderung der Membranbildung.

In der Regel sind nur die jungen Fäden unverzweigt. Sie sind wohl immer als Kriechfäden ausgebildet; ihre mehr oder weniger unregelmäßige Form ist ein habituelles Merkmal, das parallel auch in anderen Algengruppen vorkommt (Chlorophyceen, Rhodophyceen, Chrysophyceen u. a.). Manche Formen bleiben auf diesem Jugendzustand stehen; in anderen Fällen wird durch Verzweigung und bestimmtes Wachstum der Seitenzweige ein komplizierterer Thallusaufbau erreicht. Die Kriechfäden bzw. ihnen homologe Bildungen können auch in das Substrat (Kalkstein, Schneckenschalen) eindringen und sind dann als sog. perforierende Fäden mit dem auch sonst üblichen Aussehen (unregelmäßig geschlängelt, stark verlängerte Endzellen) ausgebildet.

Die Verzweigung ist typisch eine „echte“, d. h. geht auf einen Wechsel der Teilungsrichtung zurück (unechte oder falsche Verzweigung tritt nur bei manchen Hormogonalen auf); daß auch ausnahmsweise „Äste“ durch Herausdrängen von Zellen und Teilungen derselben in einer von dem Hauptfaden abweichenden Richtung entstehen können, ist selbstverständlich. Die häufigste Verzweigungsart ist die seitliche, die auch als Scheindichotomie ausgebildet sein kann (vgl. das im Abschnitt „Merkmale“ Gesagte). Gegenüber der seitlichen Verzweigung der Stigonemen und ähnlichen, bei welchen zuerst eine Zelle des Hauptfadens sich teilt, und dann die eine Tochterzelle zu einem Ast wächst, besteht bei den Scopulonemataceen der Unterschied, daß zuerst eine Zelle in der Richtung des zukünftigen Astes eine Ausstülpung treibt, und dann erst Abgliederung durch eine Wand erfolgt (so verhalten sich auch Chlorophyceen u. a.). Damit hängt auch der Umstand zusammen, daß echt mehrreihige Fäden im Gegensatz zu den Stigonemataceen nicht vorhanden sind. Die Mehrreihigkeit beruht auf der relativen Selbständigkeit jeder Fadenzelle — die Fäden sind gewissermaßen weiter entwickelte Chroococcalen-Kolonien — insofern, als jede Zelle sich z. B. wie ein *Chroococcus* nach verschiedenen Raumrichtungen teilen kann. Teilt sich eine Spitzenzelle quer in zwei Tochterzellen und wachsen diese jede für sich aus, so liegt eine Dichotomie vor. Erfolgen, wie bei vielen Chroococcalen, zwei Teilungen schnell aufeinander nach zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen und wachsen die vier Teilprodukte aus, so liegt die sog. Tetrachotomie vor<sup>1)</sup>.

Bei vielen Pleurocapsaceen sind die Fäden kongenital verwachsen. Der häufigste Typus ist der, daß zunächst eine einschichtige Sohle gebildet wird, von der aus aufrechte Fäden entspringen. Sind die Sohlzellen schon seitlich verwachsen, so sind es auch die aufrechten Fäden.

Die Sohlen können nach dreierlei Art und Weise aufgebaut sein. Im einen Fall sind und bleiben die Fäden frei. Im zweiten Fall wachsen die Fäden in seitlichen Kontakt miteinander, so daß eine Art von Parenchym mit deutlichem Fadenverlauf entsteht (Nematoparenchym). Schließlich kann der Fadenverlauf ganz verwischt sein (Blastoparenchym); Übergänge kommen naturgemäß vor, besonders bei *Hydrococcus* sind sie oft deutlich (Fig. 58a—d). Diese Sohlenbildungen finden sich im übrigen in ganz gleicher Weise bei der Chrysophycee *Phaeodermatium*, bei der Grünalge *Stigeoclonium* u. a. m. Daß auch bei blastoparenchymatischer Ausbildung eine Fadenalge, und nicht eine Zellkolonie nach Art der Chroococaceen vorliegt, daß daher z. B. *Hydrococcus* keine Chroococacee ist, wie lange geglaubt wurde, ist danach selbstverständlich.

Freie und verwachsene Fäden können im Entwicklungszyklus der gleichen Art auftreten. So entstehen bei *Scopulonema minus* anfänglich freie kriechende oder perforierende Fäden, später aber aufrechte Fäden, welche aus blastoparenchymatischen Zellgruppen ihren Ursprung nehmen und seitlich miteinander verwachsen sind.

**Fortpflanzungsverhältnisse.** Abgesehen von der gelegentlich bei allen Blaualgen vorkommenden Ablösung einzelner Zellen (Gonidien) treten bei den Scopulonemataceen typischerweise Endosporangien auf; nur wenige Arten bilden keine Endosporen, so z. B. der gut bekannte *Hydrococcus rivularis*, bei welchem niemals derartige beobachtet

<sup>1)</sup> „Tetratomie“, wie Ercegović schreibt, ist sprachlich unrichtig, ebenso wie es die Schreibweise „Ditomie“ wäre (*τετραχος* = auf viererlei Art).

wurde; in anderen Fällen ist die Sporenbildung vielleicht bisher nur übersehen worden. Die Endosporangien sind typisch endständig.

Die Teilungen, welche mit der Endosporenbildung verbunden sind, laufen in allen genau untersuchten Fällen sukzedan ab. Setchell und Gardner geben allerdings für *Radaisia* u. a. simultane Teilung an; das hieße, daß das Protoplasma des Sporangiums gleichzeitig in die entsprechende Anzahl von Sporen zerlegt würde. Dieser Vorgang, der bei Protococcalen bekannt ist, ist im Hinblick auf die kernlose Organisation der Blaualgen schwer vorstellbar (bei den Protococcalen teilt sich der Kern sukzedan, die sog. Simultanie bezieht sich nur auf das Cytoplasma; bei den Blaualgen würde sich auch das Kernäquivalent, das Centroplasma, simultan teilen). Bevor keine eigens darauf gerichteten Untersuchungen einen entsprechenden Beweis erbringen, bleibt die simultane Endosporenentstehung unglaublich; dies um so mehr, als bei einem schnellen Teilungsablauf Sukzedanie sehr leicht für Simultanie gehalten werden kann.

Die Zahl der Endosporen ist je nach Art und Außenbedingungen verschieden. Unter Umständen können sich alle Zellen in Endosporangien verwandeln (vgl. Geitler 1925). Die höchste Zahl der in einem Sporangium gebildeten Endosporen beträgt wohl 128. Die Öffnung des Sporangiums erfolgt anscheinend immer durch Verschleimung (nähere Untersuchungen fehlen noch; ebenso ist nichts Sicheres über die eventuelle aktive Beweglichkeit der Sporen<sup>1)</sup> bekannt). Werden nur wenige Sporen gebildet, und behäuten sie sich im Sporangium, ohne entleert zu werden, so geht die Endosporenbildung in die gewöhnliche vegetative Teilung über. Die gewöhnliche Zweiteilung ist grundsätzlich nichts anderes als die Bildung zweier nicht austretender Endosporen; umgekehrt sind, wie erwähnt, alle Zellen potentiell Sporangien.

**Verwandtschaftsverhältnisse.** Die Scopulonemataceen zeigen enge Beziehungen zu den Pleurocapsaceen. Man kann annehmen, daß diese die einfacheren Formen darstellen, von welchen sich jene ableiten. Darüber zu streiten, ob nicht unter den Pleurocapsaceen sekundär vereinfachte Scopulonemataceen sind, wäre aber müßig. *Solentia* zeigt im besonderen große Ähnlichkeit mit *Hormathonema*. Nach der anderen Richtung der Entwicklung scheint ein Anschluß an die Stigonemataceen und ähnliche unter den Hormogonalen möglich; doch bleibt dieser hypothetisch, da das Fehlen oder Vorhandensein von Hormogonien eben eine deutliche Zäsur darstellt.

**Verbreitung.** Die überwiegende Mehrzahl der Scopulonemataceen bildet krustige Thalli auf Steinen, Schnecken- und Muschelschalen in stehendem und fließendem Süßwasser oder in der Brandungszone der Meere. Mehrere Arten sind kosmopolitisch; über viele andere lassen sich zur Zeit keine näheren Angaben machen, da sie leicht zu verkennen sind und Algenkrusten überhaupt selten gesammelt und untersucht werden. *Hydrococcus rivularis* wächst auch auf lebenden Substraten (z. B. auf Wassermoosen in Bächen). Viele marine und Süßwasserarten leben ganz oder teilweise endolithisch. Einige bilden charakteristische Bestandteile der „schwarzen Zone“ an den Steilküsten der Meere (vgl. A. Ercegović in Bull. int. Ac. Yougosl. sci. arts, classe sci. math. nat. 26, 1932). *Myxohyella*-Arten wachsen in den lebenden Geweben von Meeresalgen, sind aber wahrscheinlich nur harmlose Raumparasiten.

### Einteilung der Familie

A. Fäden nicht zum größten Teil aus Membranen aufgebaut.

a) Fäden nicht oder nur zum kleinsten Teil in das Substrat eindringend.

α) Thallus im Alter mehr oder weniger halbkugelig, aus radiären Fäden aufgebaut (S. 88) . . . . . 1. **Hydrococcus**

β) Thallus mehr oder weniger flache Krusten bildend.

I. Thallus im Alter aus seitlich miteinander verwachsenen Fäden aufgebaut.

1. Fadenverlauf undeutlich, Thallus blastoparenchymatisch (S. 89)

2. **Xenococcus**

<sup>1)</sup> Bei *Pascherinema* zeigen die Endosporen aktive Gleitbewegungen (offenbar infolge von Schleimausscheidung); es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich die Endosporen überhaupt so verhalten.

## 2. Fadenverlauf wenigstens teilweise deutlich.

\* Fadenverlauf regellos (S. 90). . . . . 3. *Onkonema*

\*\* Fadenverlauf mehr oder weniger gesetzmäßig, Thallus im Alter mit aufrechten Fäden.

† Membranen gewöhnlich ganz verschleimend, basale Thallusfäden nicht endolithisch.

○ Thallus undeutlich pseudoparenchymatisch (S. 91)

4. *Radaisia*

○○ Thallus deutlich pseudoparenchymatisch (S. 91)

5. *Cyanodermatium*†† Membranen gewöhnlich ziemlich fest, basale Thallusfäden endolithisch (S. 91). . . . . 6. *Scopulonema*

## II. Thallus im Alter mit freien aufrechten Fäden.

1. Sohle aus radiären, freien Fäden bestehend (S. 93) . . . . . 7. *Nematoradaisia*2. Sohle blastoparenchymatisch (S. 94). . . . . 8. *Geitleriella*

## b) Fäden ganz oder größtenteils in das Substrat eindringend.

## a) Kalkbohrend.

I. Perforierende Fäden typisch einreihig, seitlich verzweigt (S. 94) . . . . . 9. *Hyella*

II. Perforierende Fäden typisch mehrreihig, dichotom verzweigt (S. 96)

10. *Dalmatella*β) Parasiten in Meeresalgen (S. 97) . . . . . 11. *Myxohyella*B. Fäden größtenteils aus Membranstücken aufgebaut (S. 97). . . . . 12. *Solentia*

1. *Hydrococcus* Kützing in Linnaea VIII (1833) 380; non Link (1833, = *Nostoc*). — *Oncobyrsa* Meneghini, Monogr. Nostoch., in Atti R. Accad. Sc. Torino ser. II, V (1842) 95 pro parte; non Agardh (1827, = *Inoderma* Kützing 1883, *Chlorophyceae-Tetrasporaceae*)<sup>1)</sup>. — *Askenasya* Möbius in Ber. Deutsch. Bot. Ges. V (1887) S. LVI; VI (1888) 358. — Thallus in der Jugend eine einschichtige, mehr oder weniger kreisrunde nemato- bis blastoparenchymatische Zellscheibe mit Randwachstum, im erwachsenen Zustand aus aufrechten Fäden bestehend; diese anfangs parallel und unverzweigt, später dichotom bis tetrachotom verzweigt und radiär gestellt, seitlich miteinander verwachsen und zu einem mehr oder weniger halbkugeligen Thallus zusammenschließend; durch Zusammenfließen benachbarter Thalli entstehen flach ausgebreitete, höckerige Lager. Membranen zart, schleimig, in den inneren (älteren) Thallusteilen zerfließend und die Zellen isolierend, wodurch das Aussehen einer Chroococcale entsteht, manchmal auch vergrößert und mit Spezialhüllen. Fäden an der Peripherie dicht gedrängt, in der Aufsicht ein scheinbares Parenchym bildend. Zellen häufig in Vierer- und Achtergruppen; durch selbständige Weiterentwicklung jeder Zellgruppe entstehen manchmal *Sarcina*-artige Zellpakete.

Ableitung des Namens: *ὕδωρ* (Wasser), *κέντρος* (Kern); *Oncobyrsa* von *ὄγκος* (Wulst), *βύρσα* (Haut, Leder).

Leitart ist *H. rivularis* Kütz., die auch am gründlichsten untersucht ist (neuere Lit.: Geitler l. c. und in Linsbauer, Handb. Pflanzenanat. VI. 1 B; Geitler und Ruttner in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV, 1935). Sie wurde bisher außer in Europa auch in Nordamerika, Afrika und Niederl.-Indien gefunden, ist also offenbar kosmopolitisch. Fig. 58. Typischerweise kommt sie in reinen, schnellfließenden und kalten Gewässern vor, wo sie auf Wassermoose (besonders auf *Fontinalis*) und anderen Pflanzen, aber auch auf Steinen, Holz usw. im erwachsenen Zustand mehrere Millimeter große, gallertig-knorpelige, meist schwarzgrüne, schwarzbraune oder violette Thalli bildet. Im Alter werden die inneren Teile der Thalli manchmal hohl; nicht selten entstehen in der inneren Gallerte auch Kalkkristalle. Die Angaben über das Vorkommen in Salzwasser und Natronseen beziehen sich wohl auf eine andere Form; zumindest handelt es sich um eine ökologisch deutlich verschiedene Rasse (vielleicht um *Chlorogloea sarcinoides*?).

<sup>1)</sup> Der gebräuchliche Name *Oncobyrsa* Agardh läßt sich leider nicht schützen, da die einzige von Agardh unter dieser Gattung beschriebene Art *O. fluviatilis* Agardh eine Chlorophyceae ist. — Sollte sich aber herausstellen, daß *Hydrococcus* Link um einige Monate Priorität vor *Hydrococcus* Kützing hat, so sollte letztere auf die Liste der nomina generica conservanda gestellt werden. — L. Geitler, H. Harms, J. Mattfeld.

In großen, alten Thalli stellt sich eine Differenzierung ein in eine periphere Zone sich teilender und daher relativ kleiner Zellen und in eine zellenarme zentrale Gallerte, in welcher die Zellen sich nicht mehr teilen, sondern sich vergrößern, vakuolisiert werden und schließlich absterben (Fig. 58 e). Junge periphere Zellen können sich als Gonidien ablösen.

Wenn die Lager epiphytisch auf Algen wachsen, so zeigt sich manchmal eine Beeinflussung des Wirtes. So werden die Fäden von *Cladophora alpina* an den von *H.* besiedelten Stellen unter einseitiger Membranverdickung abgeknickt. Ähnlich reagiert auch *Rhizoclonium*. Hier werden in der Regel nur die Stellen oberhalb der Querwände, wo kein Wachstum stattfindet, also die Unterlage ruhig ist, besiedelt (vgl. Geitler in Rabh., Abb. 195 und Geitler u. Ruttner, l. c., Fig. 36).

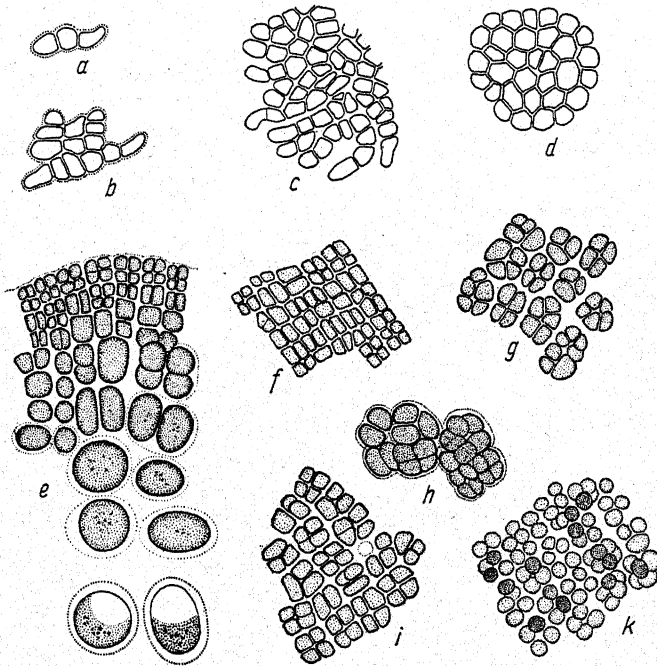


Fig. 58. *Hydrococcus (Oncobyrsa) rivularis* Kütz.; a—c Entwicklung nematoparenchymatischer Sohlen; d junge blastoparenchymatische Sohle; e Vertikalschnitt durch den äußeren Teil eines alten Thallus; f—k Teile von Oberflächenbildern alter Thalli mit verschiedener Art des Wachstums (einzelne Zellen können als Gonidien austreten; leerer Raum in i Mitte rechts!). — Nach dem Leben; nach Geitler.

Eine zweite, in allen Dimensionen kleinere Art, *H. Cesatii* Rabenh. (*Oncobyrsa Cesatiana* Rabenh.), an ähnlichen Standorten wie *H. rivularis* in Europa und Niederl.-Indien, wahrscheinlich weiter verbreitet und übersehen oder verkannt. Die Art bildet einen Bestandteil der rotbunten Tiefenbiozönose in Seen; die Lager sind dann meist karminrosa (vgl. auch F. E. Fritsch in New Phytolog. 28, 1929, 185).

Einige andere Arten sind ungenau beschrieben und kaum identifizierbar. *Oncobyrsa adriatica* Hauck ist vielleicht ein *Placoma*. — *Oncobyrsa lacustris* Kirchn. = *Pseudonocobyrsa*. — *Oncobyrsa sarcinoides* Elenkin = *Chlorogloea sarcinoides* (Elenkin) Troitzkaja; vgl. oben S. 74.

2. *Xenococcus* Thuret, Essai class. Nostoch., in Ann. Sci. Nat. 6. sér. I (1875) 373 (nur der Name); in Bornet et Thuret, Notes alg. II (1880) 73—75, Taf. 26, Fig. 1—2; emend. Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. XLI (1925) 244. — *Coleonema* Schousboe msc. ex Bornet et Thuret l. c. 74 (in synonym.); Bornet, Alg. de Schousboe, in Mém. Soc. Nat. Sci.

Nat. Math. Cherbourg XXVIII (1892) 179; non Bartl. et Wendl. (1824, *Rutaceae*). — Thallus entweder dauernd eine einschichtige blastoparenchymatische Scheibe, oder nur in der Jugend scheibenförmig und später durch Bildung kurzer aufrechter Fäden beinahe halbkugelig oder meist flachkrustenförmig, oder aus mehr locker vereinigten Zellen bestehend. Aufrechte Fäden, wenn vorhanden, kurz und wenigzellig, frühzeitig dichotom- bis tetrachotom verzweigt, seitlich verwachsen und ein Blastoparenchym bildend. Zellen oft in Vierer- und Achtergruppen. Sporangien, wenn vorhanden, in den Scheiben randständig, in den aufrechten Fäden terminal. Endosporen zu vielen, durch Aufreißen oder Verschleimung der Sporangiumwand frei werdend.

Ableitung des Namens: *ξενος* (fremd), *κοκος* (Kern).

Die zuerst beschriebene Art, *X. Schousboei* Thuret (Leitart), bildet meist einschichtige Überzüge auf Meeresalgen und ist kosmopolitisch verbreitet (Fig. 59); vgl. Bornet et Thuret, Notes algologiques 2 (1880), Taf. XXVI, Fig. 1, 2. Sporangien sind nicht bekannt, die Entwicklungsgeschichte ist überhaupt nicht näher verfolgt worden. Ähnliche auf *Cladophora* und anderen Algen epiphytische, im Süßwasser verbreitete Arten sind *X. Kernerii* Hansgirg und *X. minimus* Geitl.

Außer den genannten wurden 11 größtenteils marine Arten beschrieben, die zum Teil wenig bekannt sind, zum Teil wohl verkannte *Dermocarpa*-Arten darstellen; fast alle leben auf Algen; von vielen sind keine Sporangien bekannt.

Mehrere der von Setchell und Gardner (in Univ. Calif. Publ. Bot. 6, 1918, 459) von Kaliforniens Küste beschriebenen Arten zeigen ein so abweichendes Verhalten, daß sie vielleicht besser zu einer eigenen Gattung zu stellen wären. Die Zellen sind deutlich polarisiert und ähneln stark *Dermocarpa*, außerdem können anscheinend die vegetativen Teilungen überhaupt ausfallen, wodurch eine Keimlingszelle unmittelbar zum Sporangium wird (z. B. bei *X. Gilkeyae* Setchell et Gardner; vgl. hierüber sowie über die Artenabgrenzung Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. S. 328, und die Abbildungen daselbst). Bei manchen Arten ist es nicht sicher, ob es sich nicht um verkannte *Dermocarpa*-Arten handelt, d. h. ob in diesen Fällen nicht nebeneinander zur Entwicklung gelangte Zellen als auseinander entstanden aufgefaßt wurden.

Bei *X. Chaetomorphae* Setch. et Gardn. hängt die Zellform davon ab, an welchen Stellen der Unterlage, d. h. in diesem Fall der Grünalge *Chaetomorpha aerea*, die Zellen sich entwickeln: oberhalb der Querwände der *Chaetomorpha*-Fäden sind die *X.*-Zellen ungefähr isodiametrisch, während sie an dazwischen liegenden Stellen der *Chaetomorpha*-Fäden durch das Längenwachstum von deren Membran parallel zur Fadenlängsachse in die Länge gezogen werden; dementsprechend sind auch die Sporangien je nach ihrem Entwicklungsort verschieden gestaltet. — *X. deformans* Setch. et Gardn. lebt in der Kutikula der Rotalge *Gelidium Johnstonii* und erzeugt gallenartige Veränderungen.

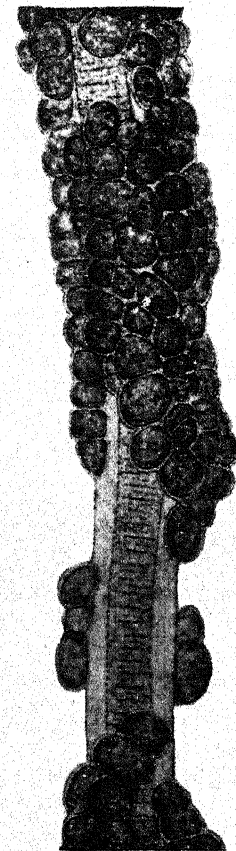


Fig. 59. *Xenococcus Schousboei* Thur. auf einem *Lyngbya*-Faden (650/1). — Nach Bornet.

3. *Onkonema* Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 627; Suppl. XIV (1935) 410, Fig. 39, 40. — Thallus aus verzweigten Fäden ohne regelmäßige Anordnung aufgebaut. Fäden kriechend, unregelmäßig gewunden, in der Jugend einreihig, später durch Längsteilungen zwei-, vier- oder unregelmäßig mehrreihig, mit Spitzenwachstum, frühzeitig sich verzweigend. Verzweigungen seitlich, durch Abgliederung einer Ausstülpung einer interkalaren Zelle gebildet. Endzellen meist verlängert und verjüngt. In älteren Thallusteilen entstehen oft an den mehrreihigen Fäden durch fortgesetzte Teilungen nach drei Raumrichtungen Pakete von kleinen Zellen, die als Nannocyten frei werden können; der Fadenverlauf wird hierbei völlig verwischt bzw. aufgehoben, so daß

sich das Aussehen einer Chroococcale einstellt (Chroococcalenstadium). Membranen fest, aber zart. Endosporen unbekannt.

Ableitung des Namens: *ὄγκος* (Wulst), *νημα* (Faden).

Einzige Art: *O. compactum* Geitl. l. c. mit mikroskopischen Thalli auf Lagern von *Mastigocladus laminosus* in Thermen auf Sumatra, spärlich auch in „kaltem“ Wasser (18° C) in Java. Fig. 60.

Im Chroococcalen-Stadium kann die Art leicht verkannt werden.

4. **Radaisia** Sauvageau in Journ. de Bot. IX (1895) 374. — Thallus aus aufrechten, seitlich miteinander verwachsenen, ein- oder mehrreihigen Fäden bestehend, flach krustenförmig. Zellen in gemeinsamer Gallerte. Endosporangien stark vergrößert, terminal oder subterminal.

Nach dem französischen Botaniker Radais benannt.

Leitart: *R. Gomontiana* Sauvageau l. c. Taf. VII, Fig. 1, auf *Fucus*-Arten an der atlantischen Küste Frankreichs; Fig. 61 C.

Die Art wurde anscheinend nur einmal beobachtet. Über die Entwicklungsgeschichte ist nichts bekannt. Außerdem 8 größtenteils marine Arten, die schlecht bekannt sind und zum Teil von der Leitart so verschieden sind, daß sie kaum in die gleiche Gattung zu stellen sind (Setchell und Gardner in Univ. Calif. Publ. Bot. 6, 1918, 444; Gardner in Mem. N. York Bot. Gard. 7, 1927, 32). Am ehesten stimmen mit dem Typus überein *R. epiphytica* Setch. et Gardn. (an der kalifornischen Küste) und *R. violacea* Frémy aus fließendem Wasser in Äquatorial-Afrika.

*R. subimmersa* Setchell et Gardner = *Geileriella subimmersa* (Setchell et Gardner) J. De-Toni; *R. Laminariae* Setchell et Gardner = *Nematoradaisia Laminariae* (Setchell et Gardner) Geitler.

5. **Cyanodermatium** Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 627; Suppl. XIV (1935) 408, Fig. 37, 38. — Weit ausgebreitete, dünne krustige Überzüge aus aufrechten, parallelen, dichotom bis tetrachotom verzweigten Fäden aufgebaut, die bei fester Beschaffenheit der Membranen ziemlich dicht zu einem Pseudoparenchym zusammenschließen, bei Verschleimung der Membranen locker gelagert sind, aber niemals sich durch Druck trennen lassen. Sporangien unbekannt.

Ableitung des Namens: *κυανος* (blau), *δερμα* (Haut), in Analogie zu der sehr ähnlichen Chrysophyceae *Phaeodermatium* gebildet.

Zwei Arten, *C. gelatinosum* Geitler l. c. mit gelbbraunen Membranen, und *C. violaceum* Geitl. l. c. mit violetten Membranen, auf Steinen in Seen Sumatras.

Gegenüber *Radaisia* und manchen *Scopulonema*-Arten bestehen nur graduelle und habituelle Unterschiede. Die Beschreibung erfolgte auf Grund von konserviertem Material, das nicht sehr gut erhalten war.

6. **Scopulonema** Ercegović in Arch. f. Protok. 71 (1930) 365, em. Geitler, nov. em. — *Pleurocapsa* auct. (Lagerh. bei Hansgirg, Prodromus Alg. Böhmen II, 1892, 126; Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41, 1925 und an anderen Orten) pro parte, non Thuret. — *Myxoderma* Hansgirg, *Cyanoderma* Hansgirg, Phys. u. algol. Mitteil., in Sitzber. kgl. böhm. Ak. 1890, 91 (sect. *Pleurocapsae*); non *Cyanoderma* Weber van Bosse (*Bangiales*).

Thallus unregelmäßig ausgebreitet, krustenförmig, aus aufrechten epilithischen Fäden und kriechenden Sohlenfäden, die auch zum Teil endolithisch werden können, aufgebaut. Aufrechte Fäden dicht zusammenschließend, seitlich miteinander mehr oder weniger verwachsen, mit festen, dünnen oder dicken, oder mehr oder weniger verschleimenden Membranen, einreihig oder mehrreihig, unverzweigt oder dichotom, tetrachotom oder unter Evekation scheindichotom verzweigt. Zellen infolge schnell aufeinander folgender Teilungen nach zwei oder drei Raumrichtungen oft in Vierer- oder Achtergruppen.

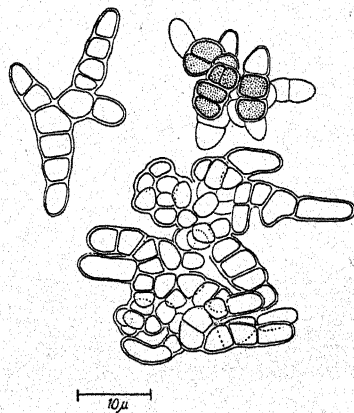


Fig. 60. *Onkonema compactum* Geitl. Keimlinge und ältere Pflanzen. — Nach Geitler und Ruttner.



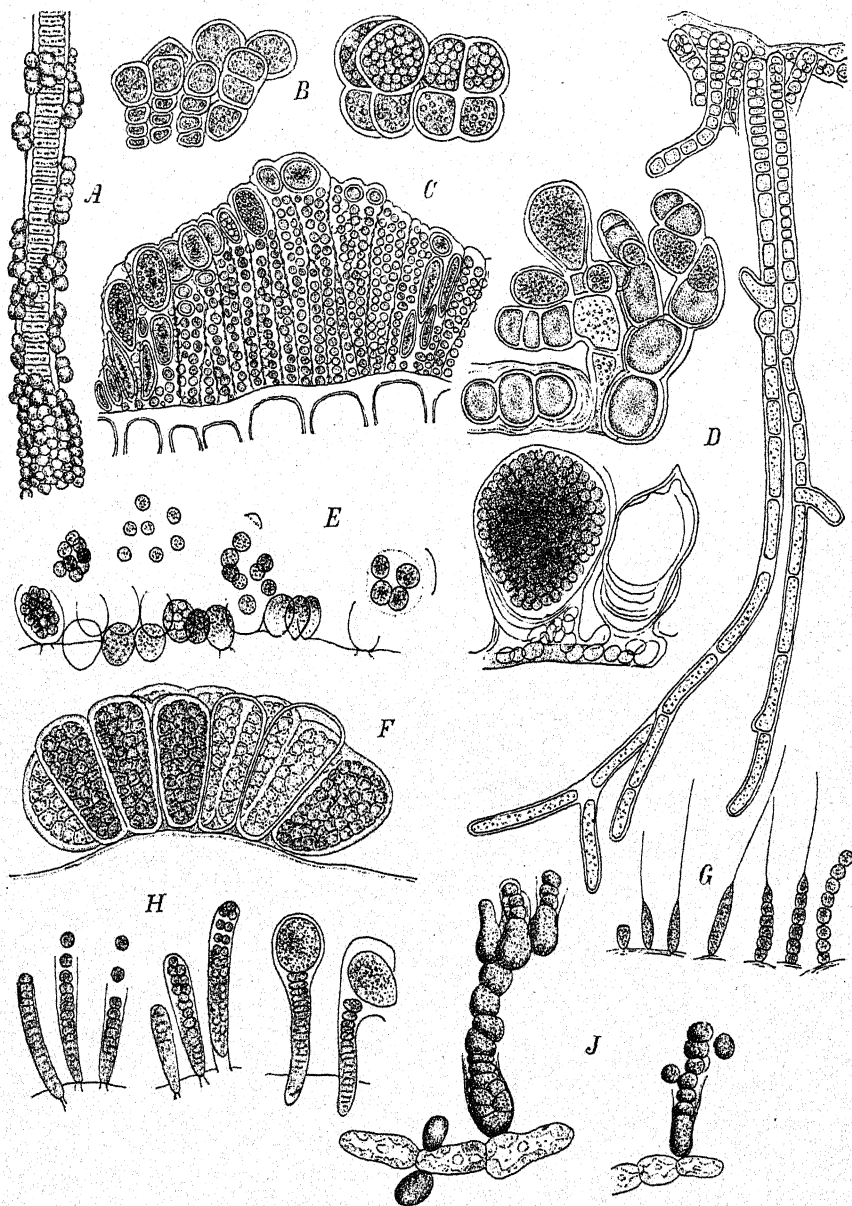


Fig. 61. A *Xenococcus Schousboei* Thur. auf einem *Lyngbya*-Faden ( $^{330}/_1$ ). B *Scopulonema (Pleurocapsa) fluviatilis* (Lagerh.) Geitl., Seitenansicht und Endosporangien ( $^{575}/_1$ ). C *Radaisia Gomontiana* Sauv., Vertikalschnitt ( $^{550}/_1$ ). D *Hyella caespitosa* Born. et Flah., rechts endolithische Fäden, links oben epilithischer Abschnitt, unten Endosporangien ( $^{330}/_1$ ). E *Dermocarpa versicolor* (Borzi) Geitl. ( $^{680}/_1$ ). F *Dermocarpa prasina* Born. ( $^{650}/_1$ ). G *Clastidium setigerum* Kirchn. ( $^{575}/_1$ ). H *Chamaesiphon confervicola* A. Br. ( $^{660}/_1$ ). J *Chamaesiphon* (Sekt. *Godlewskia*) sp. (polymorphus Geitl.?) auf *Bairachospermum* ( $^{625}/_1$ ). — A, D, F nach Bornet, B nach Lagerheim, C nach Sauvageau, E, H nach Borzi, J nach Janczewski, G nach Kirchner; aus E. P. 1. Aufl. I 1a (1898) Fig. 51, S. 60.

Häufig unregelmäßiges Wachstum und schiefe Teilungen, wodurch der Fadenverlauf undeutlich oder ganz verwischt wird (Chroococcalen-Stadium). Sporangien terminal in den aufrechten Fäden, seltener subterminal oder interkalar. Endosporen meist zu 8–32, seltener zu mehreren. (Diagnose etwas verändert nach Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV, 1930–1932, 344).

Ableitung des Namens: scopulus (Felsklippe), *nyssa* (Faden).

Leitart ist *Sc. Hansgirgianum* Erceg. l. c. 368.

Gut untersucht ist *Sc. minus* (Hansg.) Geitler nov. comb. (= *Pleurocapsa minor* Hansg. = *Pleurocapsa minor* Hansg. em. Geitl. pro parte). Fig. 62 a–e. Die Entwicklungsgeschichte dieser in stehendem oder meist fließendem Wasser auf Steinen, Schneckschalen usw. kosmopolitisch verbreiteten Art verläuft recht kompliziert (vgl. Geitler in Arch. Protok. 51, 1925, 343). Zunächst bilden sich Kriechfäden (status *reptans*), aus welchen sich Blastoparenchyme entwickeln können (status *frondescens*); aus diesen entstehen dann die aufrechten Fäden (status *adultus*), die manchmal durch schleimige Ausbildung der Membranen (status *mucosus*) ein Chroococcalen- oder *Radaisia*-artiges Aussehen annehmen können. Die Kriechfäden wie die basalen rhizoidenartigen Fäden des erwachsenen Thallus können in Kalksteine eindringen. Der gesamte Formwechsel ist so mannigfaltig, daß Verwechslungen der einzelnen Stadien mit anderen Gattungen (der Kriechfäden mit *Hyella*, des status *mucosus* mit *Radaisia*, des status *frondescens* mit *Onkonema*) vorkommen können; vgl. dazu die Figuren bei Geitler l. c. Die Art ist wahrscheinlich als Sammelart aufzufassen; gegenüber *Sc. concharum* (Hansg.) Geitl. nov. comb. (= *Pleurocapsa concharum* Hansg.) sind die Unterschiede oft sehr verwischt, weshalb ich die beiden Arten ursprünglich vereinigte; später ließ sich auf Grund von javanischem Material die Verschiedenheit klar erkennen (L. Geitler und F. Ruttner in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV 1935). Ökologisch sind die beiden Arten anscheinend sehr ähnlich.

Ercegović hat die Gattung auf Grund einer Art, *Sc. Hansgirgianum*, aufgestellt, die in der Adria und im Mittelmeer in der Gezeitenzone verbreitet ist; später (in Bull. intern. Ac. Yougosl. sci. arts, classe sci. math. nat. 26, 1932, 144, 145) hat er noch zwei ähnliche Arten von gleichen Standorten beschrieben. Diese drei Arten, die nach Frémy (Cyanoph. Côtes d'Europe, S. 45) vielleicht miteinander identisch sind, unterscheiden sich von dem oben beschriebenen *Scopulonema minus* dadurch, daß die aufrechten Fäden, also der epilithische, die Hauptmasse des Thallus ausmachende Teil, undeutlicher, aber die endolithischen Fäden stärker entwickelt sind<sup>1</sup>). Ercegović hält andererseits die Gattung mit den von Hansgirg und mir untersuchten „*Pleurocapsa*“-Arten wie *P. minor* für identisch (l. c. 1930, 367/8); diese werden also vorläufig mit *Scopulonema* vereinigt. Mit *Sc. minus* und *Sc. concharum* verhalten sich übereinstimmend *Sc. aurantiacum* Geitl. und *Sc. minutum* Geitl. (= *Pleurocapsa aur.* Geitl. und *Pl. minuta* Geitl.). *Sc. parenchymaticum* Geitl. (= *Pleurocapsa par.* Geitl.) ist durch einen sehr dichten Thallusbau ausgezeichnet. Einige andere Arten, die bisher zu *Pleurocapsa* sens. lat. gestellt wurden, sind noch wenig bekannt; zum Teil gehören sie wahrscheinlich zu anderen Gattungen. Manche Arten lassen sich nicht mehr aufklären; vgl. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1931) 358.

7. **Nematoradaisia** Geitler in Beih. Bot. Cbl. XLI. 2. Abt. (1925) 242. — Thallus mit Sohle und aufrechten Fäden. Sohle mehr oder weniger kreisförmig, aus kriechenden, radiär ausstrahlenden, dichotom (oder scheindichotom) verzweigten Fäden bestehend. Aufrechte Fäden kurz, gerade, parallel, unverzweigt, mit festen Membranen, seitlich nicht miteinander verwachsen. Sporangien terminal an den aufrechten Fäden. Endosporen angeblich durch simultane Teilungen gebildet<sup>2</sup>). — Einzige Art: *N. Laminariae* (Setch. et Gardn.) Geitler (= *Radaisia Laminariae* Setch. et Gardn. in Univ. Calif. Publ. Bot. 6, 1918, 444, T. 37, Fig. 14–16), an der kalifornischen Küste auf *Laminaria Sinclairii*. Fig. 62g.

<sup>1</sup>) Es scheint fast, als ob zwischen den *Sc.*-Arten und der Gattung *Dalmatella* kein wesentlicher Unterschied wäre. Die Verschiedenheiten sind offenbar nur quantitativ. Sollte sich dies bewahrheiten, so wären diese drei genannten Arten zu *Dalmatella* zu ziehen und die sich um *Sc. minus* gruppierenden Arten müßten einen neuen Gattungsnamen bekommen. Übrigens sind die Abbildungen, die Ercegović bringt, nach sehr schlecht erhaltenem Material gezeichnet (geschrumpfte Protoplasten usw.); die genaueren morphologischen Verhältnisse sind nicht wiedergegeben (die Endosporen sind als kleine, isolierte Kügelchen dargestellt, wie sie niemals aussehen, usw.). — *Sc. polonicum* (Racib.) Geitl. vgl. S. 99.

<sup>2</sup>) Es liegt wohl verkannte Sukzedanie vor (vgl. die Einleitung der Familie).

Ableitung des Namens von *nyua* (Faden) und *Radaisia*.

Die Unterschiede gegenüber allen anderen Scopulonemataceen sind sowohl im Bau der Sohle wie der aufrechten Fäden so groß, daß die Aufstellung als eigene Gattung erforderlich ist.

8. **Geitleriella** J. De-Toni, *Noterelle nomenclat. alg. VIII* (1936) 5. — *Radaisiella* Geitler in *Beih. Bot. Cbl.*, 2. Abt. 41 (1925) 242; non Bainier (1910, *Hyphomycetes-Mucedinaceae*). — Thallus in Sohle und aufrechte Fäden gegliedert. Sohle mehr oder weniger kreisförmig, blastoparenchymatisch. Aufrechte Fäden kurz, gerade, unverzweigt, büschelig angeordnet, mit festen Membranen, seitlich nicht miteinander verwachsen. Sporangien terminal an den aufrechten Fäden. — Einzige Art: *G. subimmersa* (Setch. et Gardn.) J. De-Toni = *Radaisiella subimmersa* (Setch. et Gardn.) Geitler = *Radaisia subimmersa*

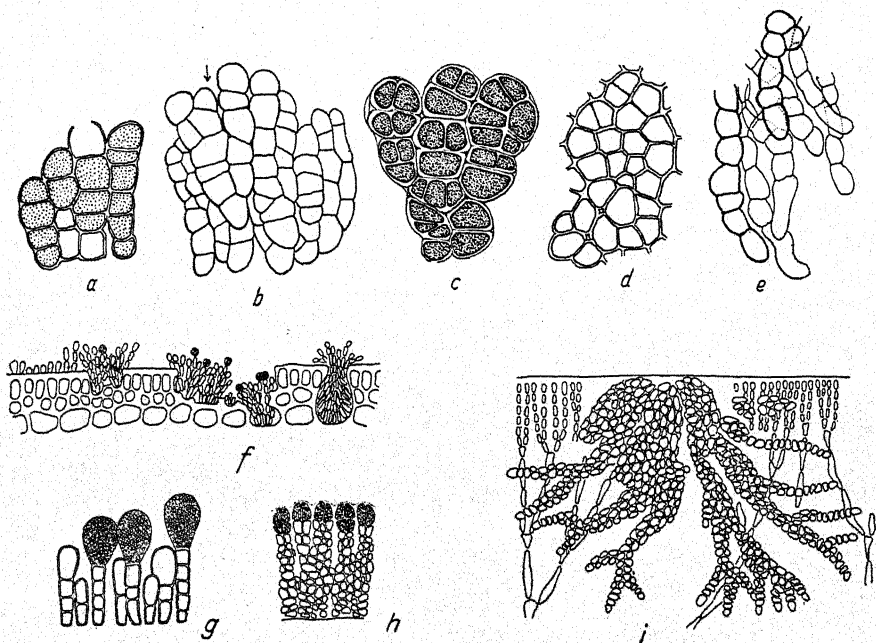


Fig. 62. a—e *Scopulonema (Pleurocapsa) minus* (Hansg.) Geitl., Vertikalschnitte und (d) Flächenbild, e endolithische basale Fäden; f *Geitleriella subimmersa* (S. et G.) J. De-Toni <sup>(250/1)</sup>; g *Nematoradaisia Laminariae* (S. et G.) Geitl. <sup>(500/1)</sup>; h *Radaisia epiphytica* S. et G. <sup>(250/1)</sup>; i *Myxohyella socialis* S. et G. <sup>(250/1)</sup>. — a—e nach Geitler, f—i nach Setchell und Gardner.

Setch. et Gardn. in *Univ. Calif. Publ. Bot.* 6 (1918) 446, Taf. 37, Fig. 12, 13, wächst auf der Rotalge *Rhodymenia* sp. an der kalifornischen Küste; die basalen Thallusfäden lösen die Kutikula der Wirtspflanze auf, wodurch sich der Thallus allmählich einsenkt (Fig. 62 f.).

Die Art unterscheidet sich von *Radaisia* und *Scopulonema* durch die freien aufrechten Fäden, von *Nematoradaisia* durch die blastoparenchymatische Sohle und den abweichenden Fadenbau, von allen dreien durch Habitus und Lebensweise.

9. **Hyella** Bornet et Flahault in *Journ. de Bot.* II (1888) 163. — Thallus in Fäden gegliedert, welche sich auf dem Substrat (Kalksteine, Schnecken-, Muschel- und Crustaceenschalen, Madreporen) oder in seinen oberflächlichen Schichten ausbreiten, und in Fäden, welche in das Substrat tiefer eindringen. Oberflächliche (epilithische) Fäden einreihig oder mehrreihig, kriechend oder in kriechende und undeutliche, kurze aufrechte Fäden bzw. Zellgruppen differenziert, frei oder seitlich zu Nematoparenchym verwachsen, scheinlichotom oder seitlich verzweigt, mit ziemlich dicken, oft geschichteten,

festen oder etwas schleimigen Membranen. Perforierende (endolithische) Fäden einreihig, rhizoidenartig gekrümmt, oft mit sehr stark verlängerten Zellen, scheindichotom, dichotom (?) oder seitlich verzweigt. Sporangien in den oberflächlichen Thallusteilen, terminal oder interkalar. Sporen zu vielen durch sukzedane Teilung gebildet. Oft auffallende Chroococcalen-Stadien; Nannocytenbildung.

Nach dem französischen Kryptogamenforscher F. Hy benannt.

Leitart: *H. caespitosa* Bornet et Flahault, l. c., in den genannten Substraten an den europäischen und anderen Küsten, wahrscheinlich kosmopolitisch. Fig. 61 D.

Die Art wurde von Bornet und Flahault (in Bull. Soc. Bot. France 36, 1889, p. CLXV, Taf. 10, Taf. 11) eingehend entwicklungsgeschichtlich untersucht und ausgezeichnet abgebildet. Die Entwicklung beginnt mit der Keimung der Endospore, wobei entweder sofort Auswachsen zu Fäden erfolgt oder Teilungen nach verschiedenen Richtungen eintreten, die zur Bildung eines Chroococcalen-Stadiums führen (das Chroococcalen-Stadium kann auch aus älteren fadenförmigen Thallusabschnitten entstehen). Die jungen Fäden verzweigen sich sehr frühzeitig (auf dem Vier- oder Fünfzellenstadium). Es entsteht dann eine horizontal ausgebreitete Thallusschicht, von der aus tiefer in das Substrat wachsende, senkrecht abstehende Fäden entspringen, die durch stark verlängerte Zellen charakterisiert sind. Die Verzweigung ist seitlich, die Äste entstehen durch Abgliederung einer seitlichen Zellausstülpung. Ältere Fadenabschnitte werden unter Längsteilung mehrreihig. Durch Vergallertung der Membran entstehen Chroococcalen-Stadien, die ohne Kenntnis der Entwicklungsgeschichte kaum als zu *Hyella* gehörig erkannt werden können. Das Aussehen der Pflanzen ist im übrigen je nach der Wachstumsintensität ziemlich verschieden. An alten Exemplaren findet man keine langen Fäden mehr, sondern eine Auflösung des Thallus in dichte Massen von Zellen, die sich schließlich auch isolieren können und als Gonidien oder vielleicht auch als Planokokken funktionieren.

Die Sporangien werden sehr groß, sind bei terminaler Stellung meist birnförmig und wachsen unter Ausscheidung von Membranschichten an der Basis. In diese Membranschichten wachsen oft vegetative Fäden nachträglich ein. Sehr oft sitzt das Sporangium auf einer kleinen Stielzelle, die aber nicht wie bei manchen *Dermocarpa*-Arten einen steril gebliebenen basalen Teil des Sporangiums darstellt, sondern eine vegetative, in der Entwicklung zurückgebliebene Schwesterzelle desselben ist. Die Sporenbildung soll nach Bornet und Flahault an der Basis beginnen und gegen den Scheitel zu fortschreiten; wenigstens lassen sich Sporangien beobachten, deren oberer Teil noch ungeteilt ist, während der untere in Sporen zerfallen ist (es ist aber möglich, daß es sich hierbei nur um eine ausnahmsweise steckengebliebene Sporenbildung handelt).

Diese Entwicklung wurde im wesentlichen auch von G. A. Nadson (in Scripta Bot. Horti Univ. Petropol. 18, 1900; Bull. Ac. Sci. URSS, 7. Ser., 1932, 833 ff.) verfolgt. Er betont besonders die starken Formverschiedenheiten, die in verschiedenen Entwicklungsphasen sich einstellen können; so kann die Alge lange Zeit in einem *Chroococcus*- oder *Gloeocapsa*-artigen Stadium wachsen. Daß der Polymorphismus aber tatsächlich so weit geht, wie Nadson angibt, ist wenig glaubhaft und unbewiesen, bedarf also zumindest der näheren Überprüfung; angeblich sollen mit *H. caespitosa* identisch sein: *H. Balani* Lehmann, *H. Littorinae* Setch. et Gardn., ferner die von Ercegović aufgestellten Gattungen *Dalmatella*, *Hormathonema*, *Scopulonema* und *Solentia*. Gewisse Zweifel über einige dieser Gattungen habe ich selbst an den entsprechenden Stellen geäußert; die Auffassung Nadsons — der übrigens selbst Süßwasserarten wie *H. fontana* zu *caespitosa* stellen will! — geht aber zweifellos viel zu weit.

Außer der Leitart sind mehrere marine und Süßwasserarten in gleichen Substraten bekannt geworden, die im großen ganzen einen einfacher gebauten Thallus besitzen. *H. fontana* Huber et Jadin häufig in Bächen in Europa, Nordamerika und Afrika; ähnlich *H. jurana* Chodat in stehendem Wasser in Europa. Bei der marinen *H. Balani* Lehmann sind die perforierenden Fäden relativ kurz; *H. Littorinae* Setch. et Gardn. ist im ganzen sehr vereinfacht und besteht nur aus wenigzelligen endolithischen Fäden, die anscheinend echt dichotom verzweigt sind.

Besonders *H. caespitosa* zeigt eine weitgehende Parallele mit kalkbohrenden Grünalgen wie *Gomontia perforans* und Verwandten.

*H. dalmatica* Ercegović und *H. tenuior* Ercegović sind, wie auch Frémy und Nadson meinen, wahrscheinlich mit *H. caespitosa* identisch. — *H. terrestris* Chodat läßt sich nicht sicher identifizieren; aus der kurzen Diagnose ist zu wenig zu entnehmen. — *H. linearis* Setch. et Gardn., *H. infestans* Howe, *H. socialis* Setch. et Gardn. und *H. endophytica* Børgesen sind besser als Arten einer eigenen Gattung, *Myxohyella*, aufzufassen, da sie sowohl morphologisch abweichen wie auch biologisch von *Hyella* dadurch verschieden sind, daß sie nicht in Steinen usw., sondern in lebenden Pflanzen vorkommen.

10. **Dalmatella** Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. 4 (1929) 5. — Erweitert: in Bull. int. Ac. Yougosl. sci. arts, classe sci. math. nat. 26 (1932) 148. — Thallus zum Teil epilithisch, zum Teil endolithisch, weit und unbestimmt ausgebreitet, aus zwei Arten von Fäden aufgebaut: die epilithischen unregelmäßig ausgebreitet, dicker, die

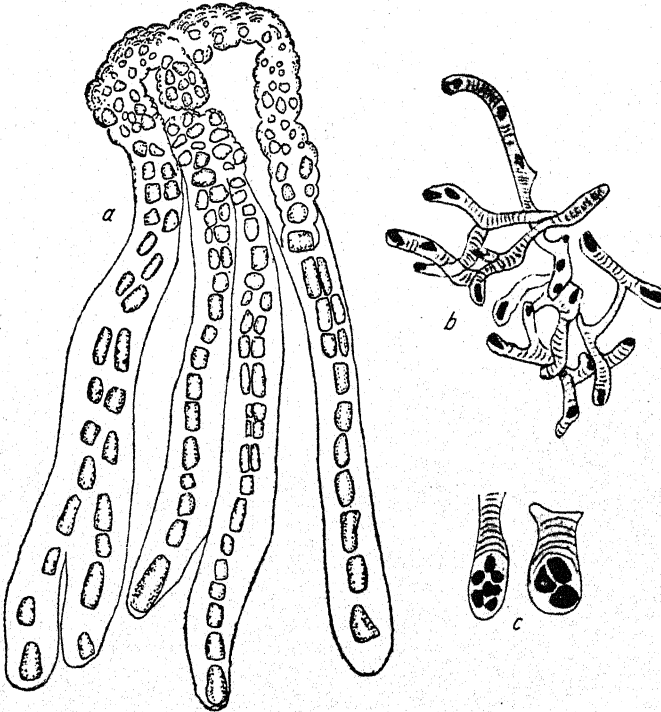


Fig. 63. *a* *Dalmatella buaënsis* Erceg., Vertikalschnitt ( $\frac{500}{1}$ ); *b, c* *Solentia stratosata* Erceg. ( $\frac{120}{1}$ ). — Nach Ercegović.

endolithischen vertikal in den Felsen eindringend, mehr oder weniger parallel, dünner. Die Fäden wachsen durch Teilung der Endzellen und der interkalaren Zellen nach drei Raumrichtungen und sind wenigstens in den vom Scheitel entfernteren Teilen zwei- oder mehrreihig; die jungen sind ein- oder wenigreihig, die alten vielreihig und daher dicker; unechte Verzweigung oder Dichotomie der Endzelle. Zellen verschieden gestaltet: in den epilithischen Fäden meist kugelig oder ellipsoidisch, seltener länglich, oft polygonal abgeplattet, meist unregelmäßig, nicht selten nach Art der Chroococcalen angeordnet (so daß der Fadenbau undeutlich ist), in den endolithischen Fäden kugelig, ellipsoidisch oder mehr oder weniger verlängert und fast zylindrisch, in großen Zwischenräumen gelagert, oft regelmäßige Reihen bildend. Endzelle am Scheitel etwas verbreitert. Membranen der epilithischen Fäden fest, gefärbt, oft geschichtet, der endolithischen Fäden farblos, eine Pseudovagina (? G.) bildend. Vermehrung durch Gonidien (welche durch sukzessive Teilung in Zellen der epilithischen Fäden entstehen).

Benannt nach der Insel Bua in Dalmatien.

Leitart: *D. buaënsis* Erceg. l. c. 6, Fig. 1—7, an der dalmatinischen Felsküste (Fig. 63a); 4 weitere, sehr ähnliche und wohl identische Arten (so meint auch Frémy, Cyan. Côtes d'Eur. 47) an den gleichen Standorten.

Die Beschreibung und die Bildbelege sind nicht ganz befriedigend. Die dargestellten Pflanzen waren offenbar tot bzw. stark verändert; die Protoplasten zeigen ein ganz unnatürliches Aussehen; wahrscheinlich ist auch die apikale Anschwellung der Endzelle nur ein Kunstprodukt und sicher sind die weiten Abstände zwischen den Zellen nicht natürlich. — Ercegović verwendet in der Diagnose den Ausdruck „Trichome“; tatsächlich gibt es bei den Pleurocapsalen keine Trichome. — G. A. Nadson (in Bull. Ac. Sci. URSS, 7. Ser., 7, 1932) meint, daß die Gattung aufzulassen ist und die Arten zu *Hyella caespitosa* gehören.

11. **Myxohyella** Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 246. — *Hyella* auct. und *Chlorogloea* auct. pro parte. — Thallus in marinen Algen lebend. Fäden mit Ausnahme der Spitze mehrreihig, unregelmäßig seitlich verzweigt, mit deutlichem Spitzenwachstum, frei, nicht seitlich miteinander verwachsen. Membranen mehr oder weniger schleimig, Zellen daher manchmal mehr oder weniger isoliert. Fadenverlauf in alten Thallusteilen oft verwischt. Endosporen, soweit bekannt, in endständigen Sporangien.

Ableitung des Namens von *μύξα* (Schleim) und *Hyella*.

Leitart: *M. socialis* (Setchell et Gardner) Geitler l. c. = *Hyella socialis* Setch. et Gardn. in Univ. Calif. Publ. 6 (1918) 443, Taf. 36, Fig. 5, im Thallus von *Iridaea minor* an der kalifornischen Küste. Fig. 62i. — *M. linearis* (Setch. et Gardn.) Geitl. erzeugt warzenförmige Wucherungen auf *Prionotis* an der kalifornischen Küste. *M. lutea* (Setch. et Gardn.) Geitl. (= *Chlorogloea lutea* Setch. et Gardn.) kommt zusammen mit *M. socialis* vor, *M. endophytica* (Børgesen) Geitl. (= *Hyella endophytica* Børgesen) lebt unter der Kutikula von *Chondrus crispus* an der Küste der Färöer; *M. infestans* (Howe) Geitl. (= *Hyella infestans* Howe) wächst in der Rinde von *Leptocladia peruviana* an der peruanischen Küste.

Die Arten sind sehr wahrscheinlich weiter verbreitet, werden aber naturgemäß leicht übersehen bzw. von den Bearbeitern der höheren Meeresalgen, in welchen sie leben, nicht beachtet.

12. **Solentia** Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. 2 (1927) 79; emend. in Arch. f. Protok. 71 (1930) 373. — Thallus unregelmäßig ausgebreitet, aus epilithischen und endolithischen Fäden aufgebaut. Epilithische Fäden spärlich und kurz, aus einer oder wenigen Reihen kugelig oder länglicher, regellos angeordneter Zellen bestehend. Endolithische Fäden lang und zahlreich, aus einer Reihe länglicher oder zylindrischer Zellen aufgebaut, die durch viele und dicke Membranschichten voneinander getrennt sind, gegen die Basis zu leicht verjüngt, frei, nach allen Raumrichtungen unregelmäßig scheinverzweigt und verzweigt; die Äste entstehen durch Ausstülpung aus dem apikalen Ende der Zellen. Zellen von wechselndem Aussehen, kugelig bis lang zylindrisch, oft basal schmaler als apikal, am basalen Ende Membranschichten abscheidend. Endosporen zu mehreren in basalen oder interkalaren Sporangien.

Benennung nach der dalmatinischen Insel Sulet (kroatisch), latinisiert Solentia.

Leitart: *S. stratosata* Erceg. l. c. 80, Fig. 1, in den Felsen der dalmatinischen Küste in der Gezeitenzone. Fig. 63b, c. Die Abbildungen Ercegovićs zeigen geschrumpfte Protoplasten. Die Angabe, daß die Endosporen zu 5—10 gebildet werden, ist unwahrscheinlich (oder eigentlich unmöglich, sofern es sich nicht um zufällige Hemmungen handelt).

*S. intricata* Erceg. wurde vom Autor selbst als unsicher bezeichnet. Zwei andere Arten von gleichem Vorkommen, *S. foveolarum* Erceg. und *S. achromatica* Erceg., unterscheiden sich anscheinend nur graduell von der Leitart (Frémy, Cyan. Côtes d'Europe 55, meint, daß vermutlich alle drei Arten identisch sind).

Die Gattung ist durch die einseitige mächtige Membranbildung charakterisiert; die Unterschiede gegenüber *Cyanostylon* und besonders *Hormathonema* sind in dieser Hinsicht nur graduell. — Nach G. A. Nadson (in Bull. Ac. Sci. URSS, 7. Ser., 1932) stellen die Arten nur Entwicklungsstadien von *Hyella caespitosa* dar.



### Anhang: Unsichere und aufzulassende Scopulonemataceae

**Aspalatia** Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. 2 (1927) 82, Fig. 3, 4. — Die Gattung wurde schon von mir (in Rabh. Krypt.-Fl. 339) auf Grund ihrer von den Blaualgen abweichenden Morphologie angezweifelt; P. Frémy (Cyan. Côtes d'Europe 1934, 35) hat gefunden, daß es sich um Keimlinge einer *Bangia* (Rhodophyceae) handelt.

**Boanema** Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. 2 (1927) 84 ist ein Entwicklungsstadium eines *Nemalion* (Rhodophyceae). In seinen späteren Veröffentlichungen hat Ercegović die Gattung nicht mehr erwähnt.

**Epilithia** Ercegović, siehe den Anhang zu den Pleurocapsaceen (S. 84).

**Tryponema** Ercegović in Arch. f. Protok. 66 (1929) 168, Fig. 2, ist offenbar keine Blaualge; dies ergibt sich nahezu mit Sicherheit schon aus der Abbildung, die einen Bau des Protoplasten erkennen läßt, wie er bei Blaualgen nicht vorkommt. Auch Ercegović erwähnt die Alge in seiner letzten Zusammenfassung (in Bull. int. Ac. Yougosl. sci. arts, classe sci. math. nat. 26, 1932) nicht mehr.

## Siphononemataceae

Geitler in Beih. Bot. Cbl., 2. Abt. 41 (1925) 251.

Einzig Gattung:

**Siphononema** Geitler in Arch. f. Protok. 51 (1925) 332, Fig. F—J; Taf. 13, Fig. 14—22. Pflanzen anfangs einzellig, lang zylindrisch oder keulenförmig, gerade oder gekrümmt, mit zarter, farbloser, später dicker, gelber Pseudovagina, an einem Ende festgewachsen, aufrecht, später durch Zerfall des Inhalts mehrzellig (status juvenilis). Weiterentwicklung entweder unter Erhaltenbleiben der Pseudovagina durch Teilungen nach drei Raumrichtungen, wodurch aufrechte, von der Pseudovagina eingeschlossene, fadenartige Reihen von Zellen entstehen (status chamaesiphonoides), oder durch Auswachsen

der Jugendpflanzen durch Teilungen nach drei Raumrichtungen unter Betonung des Spitzenwachstums zu langen, mehrreihigen, *Stigonema*-artigen Fäden (status stigonematoides)<sup>1</sup>, oder durch Bildung scheidendichotom verzweigter, kurzer, aufrechter, seitlich miteinander verwachsener Fäden (status pleurocapsoides)<sup>1</sup>. In den meisten Stadien kann ein Chroococcalen-Stadium eingeschaltet werden. Zellen anfangs mit zarten, farblosen, später mit dicken, orange bis rotbraun gefärbten, oft ineinandergeschachtelten Spezialgallerthüllen. Fortpflanzung durch Abschnürung lateral oder terminal im Thallus liegender Zellen bzw. Protoplasten (Gonidien), wobei die aufgerissene Gallerthülle der ausgetretenen Zelle als becherförmiges Gebilde zurückbleibt. Dauerzellen im status juvenilis bekannt.

Ableitung des Namens: σιψων (Schlauch), νημα (Faden).

Einzig Art: *S. polonicum* Geitler l. c. wurde von mir früher im status

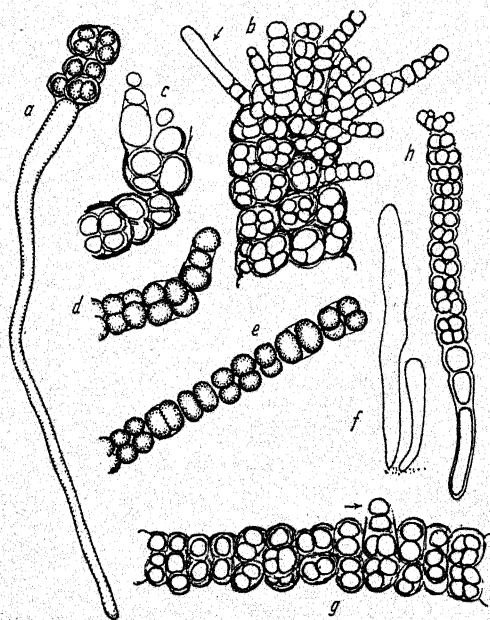


Fig. 64. *Siphononema polonicum* Geitl. f status juvenilis, a, b Übergänge zum status stigonematoides, c—e, g status stigonematoides. — Nach Geitler.

<sup>1</sup>) Nach der jetzigen Terminologie richtiger st. *scopulonematoides*.

scopulonematoides mit *Scopulonema* (*Pleurocapsa*) *polonicum* (Raciborski, Phyc. Polon. Nr. 11) Geitler comb. nov. identifiziert; nach neueren Untersuchungen scheint keine Identität zu bestehen (vgl. Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1931) 353, 448ff.).

Die Art wurde in typischer Ausbildung, d. h. mit allen Jugendstadien, erst einmal in den nordöstlichen Kalkalpen und mehrmals (auch in der Schweiz und der Krim) in einzelnen Stadien angetroffen; sie lebt in kaltem Spritzwasser und in Bergbächen, und ist offenbar nicht häufig, Fig. 64, 65.

Bei ungenauer Beobachtung kann Verwechslung mit *Stigonema*, *Scopulonema*, *Chamaesiphon* oder *Gloeocapsa* erfolgen. Im übrigen handelt es sich um eine so auffallende Form, daß die Aufstellung als eigene Familie gerechtfertigt ist. Sie kann gewissermaßen als phylogenetischer Vorläufer von *Stigonema* aufgefaßt werden; die hormogonale Organisation und auch die Heterocysten fehlen jedoch, so daß sie nahe Beziehungen nur zu *Pleurocapsalen* zeigt. Zu *Chamaesiphon* sind Beziehungen durch die Polarisierung der Jugendstadien und durch die der Exosporenbildung ähnliche Goni-dienbildung gegeben. Besonders auffallend ist die Ausbildung langer ungegliederter, d. h. nicht in Zellen zerlegter Fadenabschnitte in der Jugend; bei einem kernhaltigen Organismus würde man von siphonaler Ausbildung sprechen.

Der status *chamaesiphonoides* scheint sich aus dem status *juvenilis* zu entwickeln, doch ist der Zusammenhang noch nicht völlig geklärt; es läßt sich vorläufig nicht ausschließen, daß der status *chamaesiphonoides* eine eigene Pflanze darstellt (vgl. des näheren bei Geitler l. c. und in Rabh. Krypt.-Fl. 446ff.).

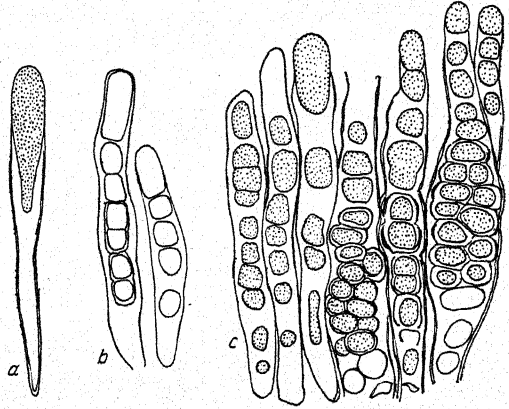


Fig. 65. *Siphononema polonicum* Geitl., status *chamaesiphonoides*. — Nach Geitler.

## Pascherinemataceae

Geitler, nov. nom. — *Endonemataceae* Pascher in Jahrb. wiss. Bot. 70 (1929) 347. — NB. Die Umbenennung ist dadurch notwendig geworden, daß J. De-Toni die Gattung *Endonema* Pascher aus nomenklatorischen Gründen in *Pascherinema* umbenannt hat!

Einzige Gattung:

**Pascherinema** J. De-Toni, Noterelle nom. alg. VIII (1936) 5. — *Endonema* Pascher l. c. 346, Fig. 1–10; non A. Jussieu (1846, *Penaeaceae*). — Isolierte, rosenkranzförmige Fäden, die niemals zu einem Lager zusammentreten. Fäden ohne Gallertscheide, mit einer differenzierten Basalzelle festsitzend. Zellen kugelig bis verkehrt-eiförmig. Endzelle meist vergrößert und walzlich. Vermehrung durch Zweiteilung der Einzelzellen, wobei die Endzelle gelegentlich vier Tochterzellen bilden kann, oder durch Endosporen. Endosporen meist zu 8–16, in den vergrößerten Endzellen meist zu 16 gebildet. Gelegentlich werden in den vegetativen Zellen nur zwei bzw. vier Endosporen gebildet; diese zu zweit gebildeten Endosporen liegen übereinander. Die Endosporen treten meist aus, zeigen gleitende Bewegung, fixieren sich und wachsen unter Stielbildung zu einer Zelle aus, die in ihrer Form der Basalzelle eines Fadens entspricht. Der einzellige Keimling teilt sich, wobei die Zellgenerationen, die aus der oberen Zelle hervorgehen, weitere Teilungen erfahren, während die unteren Zellen nur noch wenige Teilungen eingehen. Die zu zwei oder vier in den größeren Endzellen gebildeten Endosporen treten manchmal

nicht aus: sie bleiben dann im Verband des Fadens und wachsen unter Streckung zu normalen vegetativen Zellen heran. Dauerstadien unbekannt.

Benannt nach dem deutschen Botaniker A. Pascher.

Zwei sehr ähnliche, nur in der Größe verschiedene Arten: *P. moniliforme* (Pascher) J. De-Toni auf *Sphagnum*-Blättern in Böhmen, *P. gracile* (Pascher) J. De-Toni auf *Potamogeton natans*-Blättern in Böhmen. Fig. 66.

Die Alge ist von besonderem morphologischen Interesse durch die Übergänge, die zwischen Endosporenbildung und vegetativer Zweiteilung bestehen; die gewöhnliche vegetative Teilung erscheint als die Bildung zweier im Verband bleibender polarisierter Endosporen. Die Stellung im System ist insofern isoliert, als die Zellen keine auffallenden Membranen besitzen, wie sie bei Pleurocapsalen sonst vorkommen. Da keine Hormogonien vorhanden sind und die gesamte Organisation offensichtlich nicht hormogonal ist, ist die hier vorgenommene Einreihung jedenfalls die einzig mögliche. Hierfür spricht ja auch das Vorkommen von Endosporen (die einzige, unbestätigte Angabe von Endosporenbildung bei Hormogonalen — *Herpyzonema* — beruht wahrscheinlich auf einem Irrtum).

Über die Bewegung und Keimung der Endosporen macht Pascher folgende Mitteilungen: „Tatsache ist, daß die Endosporen Bewegung haben. Nicht die taumelnde Bewegung, von der Borzi bei den Planokokken der Chroococcaceen und gewisser Hormogonalen spricht, sondern sie beginnen, obwohl sie nur aus einer Zelle bestehen, auf dem Substrat zu rutschen und deutlich ihre Lage zu verändern ... Nach einiger Zeit machen die Endosporen halt und vergrößern sich deutlich; sind sie kugelig, so bekommen sie eine leichte Streckung; sind sie ellipsoidisch, so legen sie sich meist mit einer der beiden Breitseiten dem Substrat an. Es ist also, wie aus den ellipsoidischen zu zweien und viere gebildeten Endosporen hervorgeht, eine ausgesprochene Polarität vorhanden. Nach einiger Zeit wachsen auch die querellipsoidischen Endosporen kugelig heran, verschmälern sich basal, strecken sich etwas und bilden schließlich die charakteristische Form der Basalzelle aus.“

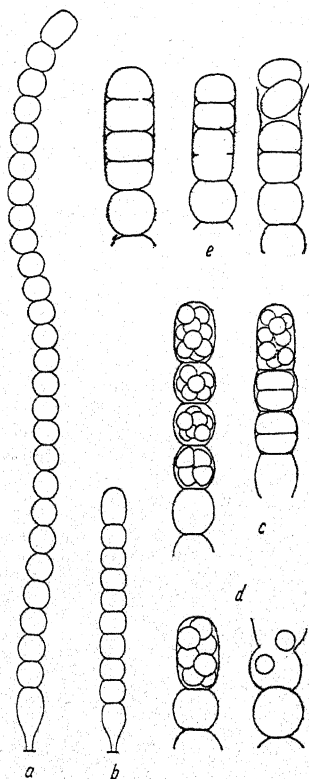


Fig. 66. *Pascherinema* (*Endonema*) *moniliforme* (Pascher) J. De-Toni, vegetative Fäden (a, b), Bildung weniger (e) und vieler (c, d) Endosporen.

— Nach Pascher.

### Anhang zu den Pascherinemataceae

An dieser Stelle möge eine Alge provisorisch behandelt werden, die höchstwahrscheinlich gar keine Blaualge ist.

**Johannesbaptistia** J. De-Toni, *Noterelle nomencl. alg.* I (1934) 6, emend. Frémy in Bull. Soc. Hist. Nat.

Afr. Nord 26 (1935) 99. — *Cyanothrix* Gardner in Mem. New York Bot. Gard. 7 (1927) 30; non Schmidle (1897, = *Hapalosiphon* Nägeli). — Es handelt sich um Fäden von nicht hormogonaler Organisation, d. h. um kurze, unverzweigte Zellreihen; die Zellen liegen in einer homogenen gallertigen Hülle; die Teilung erfolgt interkalar. — Benannt nach J. B. De-Toni.

Gardner beschrieb aus Porto Rico zwei Arten, *Cyanothrix primaria* und *C. Willei*, die zusammen vorkamen und sich nur durch die Größe unterschieden; die „Arten“ wurden dann auch in Salz- und Brackwassertümpeln an den tropischen Küsten Afrikas und Amerikas gefunden. Frémy l. c. vereinigte sie zu einer Art, *J. Gardneri*, da alle Übergänge in der Größe vorkommen; der gleichen Auffassung ist auch F. Drouet, Hancock Pac. Exp., Univ. South Cal. Press 3 (1936) 16, der die Zellbreite mit 4,0—17,5  $\mu$

feststellte (vgl. auch Drouet in Bull. Torrey Bot. Cl. 65, 1938, 285). Die Alge hat richtig *J. pellucida* (Dickie) W. R. Taylor et Drouet (= *Hormospora pellucida* Dickie 1874) zu heißen. Hierauf kamen De-Toni und Frémy (in Atti R. Ist. Veneto Sci. 109, 1939/40, Teil II) zu der Auffassung, daß die Gattung überhaupt aufzulassen wäre, weil es sich nur um pathologische Stadien handle, wie sie bei verschiedenen Hormogonalen, im besonderen Oscillatoriaceen, vorkommen, nämlich um eine dem Fadenzerfall vorangehende Isolierung der Zellen.

Die Bilder und Beschreibungen aller Autoren sprechen durchaus dagegen, daß es sich um ein pathologisches Stadium einer Hormogonale handelt (solche Stadien sehen ganz anders aus). Der Schlüssel dürfte in der beträchtlichen Größenschwankung liegen, die z. B. Drouet festgestellt hat; derartiges gibt es bei Blaualgen nicht, wohl aber bei Bangiaceen-Keimlingen. Auch die Abbildungen machen die Auffassung sehr wahrscheinlich, daß eine Verwechslung mit einer Bangiacee unterlaufen ist. Da dies jedoch noch nicht sicher ist, wäre die endgültige Streichung der Gattung verfrüht.

## Dermocarpales

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 247. — *Chamaesiphonaceae* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 14 (1882) 298 pro parte. — *Chamaesiphonales* R. v. Wettstein, Handb. syst. Bot. 3. Aufl. (1923) 79 pro parte.

Die Reihe umfaßt einzellige Formen, die sich ausschließlich durch Endosporen- oder Exosporenbildung fortpflanzen. Nur ausnahmsweise kann eine Teilung stattfinden, die einer vegetativen Zweiteilung entspricht (manche *Dermocarpa*-Arten; vgl. das dort Gesagte).

Die früher von mir gegebene Charakteristik der Reihe lautete folgendermaßen: „Einzellig, oder nur selten zweizellig, festsitzend, mit Differenzierung in Basis und Spitze, einzeln oder gesellig lebend, oder (*Chamaesiphonaceae*) Kolonien bildend. Vegetative Zellteilung fehlend oder nur eine einzige Teilung. Fortpflanzung durch sukzedan oder simultan gebildete Endosporen oder durch in basipetaler Reihenfolge abgeschnürte Exosporen.“ Dazu ist zu bemerken, daß das Vorkommen simultaner Teilungen aus allgemeinen cytologischen Gründen sehr unwahrscheinlich geworden ist (vgl. das in der Einleitung zu den Scopulonemataceen Gesagte). Im übrigen muß nunmehr die Beschränkung auf polarisierte Typen fallen, da seither *Cyanidium* und *Chroococcidiopsis* (*Cyanidiaceae*) entdeckt wurden, die unpolarisiert sind. Die allgemeine Charakteristik ist also nunmehr folgendermaßen zu fassen.

Einzellige, oder nur ausnahmsweise zweizellige Pflanzen, ohne oder meist mit Differenzierung in Basis und Spitze, im letzteren Fall festsitzend, einzeln oder gesellig lebend<sup>1)</sup>, oder im Fall der *Chamaesiphonaceae* auf besondere Weise Kolonien bildend. Vegetative Zellteilung fehlt oder es läuft eine einzige Teilung ab. Fortpflanzung durch Endosporen oder durch in basipetaler Reihenfolge abgeschnürte Exosporen.

Die Reihe erscheint auf den ersten Blick hin etwas unnatürlich. In Wirklichkeit ist sie wohl die natürlichste, die es unter den Schizophyceen gibt. Sie beginnt mit Formen (*Cyanidiaceae*), welche den einfachen Protococcalen unter den Grünalgen entsprechen, d. h. mehr oder weniger kugelige Zellen besitzen, die sich ausschließlich durch Endosporen (Autosporen) fortpflanzen. Solche Formen stehen den Chroococcaceen sehr nahe; zu der Endosporenbildung finden sich in der Nannocytenbildung entsprechende Anklänge (die Unterschiede sind in gewissem Sinn nur graduell). Hieran schließen sich die als Dermocarpaceen zusammengefaßten Typen, bei welchen Polarisierung hinzukommt. Diese findet schließlich ihre höchste Steigerung bei den *Chamaesiphonaceae* mit ihrer Exosporenbildung am Scheitel. Zwischen Endo- und Exosporenbildung kommen Übergänge vor, so daß alle Glieder der Reihe untereinander verbunden sind. Die Anfangs- und Endglieder sehen allerdings sehr verschieden aus; dies ist aber gerade bei natürlichen Reihen viel-

<sup>1)</sup> Für Anhäufungen von Zellen, die nicht unmittelbar durch Teilung auseinander entstanden sind, empfiehlt es sich, um Verwechslungen zu vermeiden, nicht von „Kolonien“ oder Lagern zu sprechen, sondern den Ausdruck „geselliges Vorkommen“ zu verwenden. Die Auseinanderhaltung dieser Begriffe ist besonders im Fall von *Dermocarpa* wichtig!

fach der Fall. Mit den Scopulonemataceen sind die Dermocarpalen durch Formen wie *Dermocarpa fucicola* verbunden, bei welchen eine vegetative Zellteilung vorkommt; andererseits zeigen manche *Xenococcus*-Arten, welche stark rückgebildete vegetative Teilung besitzen, deutliche Anklänge an *Dermocarpa*. Zu den Hormogonalen bestehen keine unmittelbaren Beziehungen; die Dermocarpales sind also eine „Sackgasse“ der Entwicklung (vgl. im übrigen das in der Einleitung zu den Pleurocapsalen Gesagte).

### Einteilung der Reihe

A. Fortpflanzung durch Endosporen.

- a) Zellen (Sporangien) nicht polar gebaut (S. 102) . . . . . **Cyanidiaceae**  
 b) Zellen (Sporangien) polar gebaut (S. 104) . . . . . **Dermocarpaceae**

B. Fortpflanzung durch Exosporen; Zellen (Sporangien) polar gebaut (S. 109)  
**Chamaesiphonaceae**

## Cyanidiaceae

Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 624.

Zellen kugelig, nicht in Basis und Spitze differenziert, isoliert oder in Gruppen, unter Wachstum ohne Teilung sich unmittelbar in Sporangien umbildend. Vegetative Zweiteilung fehlt. Fortpflanzung ausschließlich durch Endosporen oder (bei *Chroococcidiopsis*) auch durch „Scheinendosporen“.

Die Familie unterscheidet sich von den Dermocarpaceen durch das Fehlen der Polarisierung der Sporangien und bildet eine Parallele zu protococcalen Formen wie z. B. *Chlorella*. Von den Pleurocapsaceen s. str. weicht die Familie durch das Fehlen vegetativer Zweiteilung ab; doch stellt die Gruppenbildung (Scheinendosporenbildung) von *Chroococcidiopsis* in dieser Hinsicht einen Übergang, im besonderen zu *Chroococcidium* dar (Fig. 55).

Die typische Gattung ist *Cyanidium*, für welche es allerdings nicht ganz sicher steht, ob es sich überhaupt um eine Blaualge handelt (vgl. das bei der Gattung Gesagte). Sollte sich erweisen, daß keine Blaualge vorliegt, so wäre die Familie in *Chroococcidiopsidaceae* umzubenennen.

### Einteilung der Familie

- A. Endosporen zu vier, tetraedrisch angeordnet (S. 102) . . . . . 1. **Cyanidium**  
 B. Endosporen meist zu 32, nicht tetraedrisch angeordnet (S. 103) 2. **Chroococcidiopsis**

1. **Cyanidium** Geitler, l. c.; L. Geitler und F. Ruttner in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV (1935) 389, Fig. 12, 16. — *Pluto* Copeland in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936) 72, Fig. 23. — Zellen kugelig oder durch gegenseitigen Druck leicht abgeplattet, ohne polare Differenzierung in Basis und Spitze, mit fester Membran, zu vielen in amorpher, zarter Gallerte gestaltslose Lager bildend. Fortpflanzung durch Bildung von 4 Endosporen in tetraedrischer Anordnung, die sich meist frühzeitig wieder behäuten und durch allmähliche Verschleimung der Membran frei werden.

Leitart: *C. caldarium* (Tilden) Geitler l. c. (*Protococcus botryoides* fa. *caldaria* Tilden. — *Pleurocapsa caldaria* (Tilden) Setchell. — *Pluto caldarius* (Tilden) Copeland l. c.). — Die Art besitzt bis 6  $\mu$  große Zellen bzw. Sporangien und bildet lebhaft blaugrüne Überzüge in Thermen, und zwar in typisch sauren Solfataren hoher Temperatur (vgl. Geitler und Ruttner l. c. und Copeland l. c.). Ihre Verbreitung ist anscheinend auf bestimmte Örtlichkeiten Nordamerikas, Niederl.-Indiens und Japans (nach Okada) beschränkt. Sie scheint die einzige Blaualge zu sein, welche derartige Biotope besiedelt. Fig. 67 e.

Ableitung des Namens von *κυανος* (blau).

Die Bildung von vier tetraedrischen Endosporen steht bisher unter den Blaualgen einzig da. In konserviertem Material zeigen die Protoplasten bezeichnende eckige Schrumpfformen, wie sie sonst bei Blaualgen nicht vorkommen; außerdem ist im Plasma eine Differenzierung zu erkennen, die einem parietalen Chromatophor nicht unähnlich ist. Es erscheint daher möglich, daß ein kernführender Organismus mit echtem

Chromatophor vorliegt. Ob dies wirklich zutrifft und die Alge von den Blaualgen auszuscheiden wäre, müssen eingehende Lebenduntersuchungen zeigen (vgl. Geitler und Ruttner l. c.). Copeland l. c. erwähnt nichts von einem abweichenden Zellinhalt, sondern schreibt im Gegenteil „cell contents homogeneous, pale green“. In Anbetracht der geringen Größe der Zellen und der Tatsache, daß auch bei kleinen Grünalgen der Chromatophor oft undeutlich wird (nur optisch, nicht entwicklungsgeschichtlich!), ist auch diese Angabe vielleicht nicht endgültig.

Eine morphologisch sehr ähnliche Art, *C. chilense* Schwabe (in Verh. Deutsch. Wiss. Vereins Santiago [Chile], N. F. 3, 1936, 119) lebt aërophytisch in Höhlen an der chilenischen Küste und bildet hier staubige Lager; die Zellen werden wahrscheinlich durch die Luft verbreitet. Nähere cytologische Angaben fehlen.

**2. Chroococcidiopsis** Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 625; L. Geitler und F. Ruttner, ebenda, Suppl. XIV (1935) 391, Fig. 12, 17. — Zellen mehr oder weniger kugelig, mit enger, fester Membran, isoliert oder in Gruppen, deren jede auf ein Sporangium zurückgeht. Die Zellgruppen entstehen wie Endosporen durch Zerlegung des Zell-

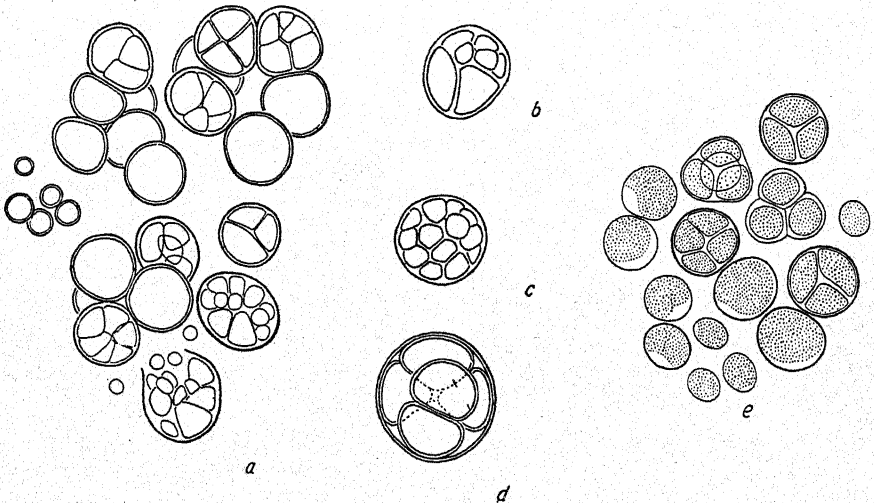


Fig. 67. *a—d Chroococcidiopsis thermalis* Geitl., *a* Teil eines Lagers mit Sporangien, *b*, *c* Sporangien, *d* Behütung nicht zu Ende geteilter Endosporen innerhalb der Muttermembran (Bildung einer Zellgruppe). — *e Cyanidium caldarium* (Tilden) Geitl. — Nach Geitler.

inhalts innerhalb der Mutterzellwand, die Teilungen werden jedoch frühzeitig eingestellt und die Teilprodukte wachsen unter Membranbildung heran, wobei schließlich die Mutterzellwand verschleimt. Vegetative Teilungen im strengen Sinn (Zweiteilung) fehlen. Typische Endosporenbildung in vergrößerten, kugeligen Zellen durch sukzedane Teilungen nach drei Raumrichtungen ohne Membranbildung; meist 32 Endosporen, die unbehütet unter Aufreißen der Mutterhülle austreten.

Ableitung des Namens: *ὄψις* (Aussehen), nach der äußeren Ähnlichkeit mit *Chroococcidium*.

Einzige Art: *Chr. thermalis* Geitler, bildet Überzüge auf den Lagern anderer Blaualgen in warmen Quellen auf Sumatra. Fig. 67 *a—d*. Der Sporangiuminhalt wird manchmal infolge ungenauer Synchronisierung der Teilungen in ungleiche Stücke zerlegt. Bei gehemmter Endosporenbildung entstehen meist acht Protoplasten, die sich frühzeitig behüten („Scheinendosporen“), während des Verschleimens der Mutterzellwand heranwachsen und so Zellgruppen oder Kolonien bilden.

Bei ungenauer Beobachtung können Verwechslungen mit *Chroococcidium*, *Chroococcopsis* oder selbst mit einem *Chroococcus* unterlaufen; es ist nicht unwahrscheinlich, daß



ähnliche Formen schon mehrfach beobachtet wurden, aber als *Pleurocapsa* u. dgl. angesehen wurden. Gegenüber *Cyanidium* bestehen hauptsächlich graduelle Unterschiede: statt 4 Endosporen werden 32 oder jedenfalls mehr als 16 gebildet; sie liegen nicht gesetzmäßig tetraedrisch und behüten sich im typischen Fall nicht innerhalb des Sporangiums.

## Dermocarpaceae

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 247.

**Merkmale.** Einzellige, festsitzende Pflanzen mit Differenzierung in Basis und Spitze. Die Zellen bilden sich unter Wachstum zur Gänze in Endosporangien um; ausnahmsweise kann eine sterile Basalzelle gebildet werden, sonst fehlen vegetative Zellteilungen. Zellen bzw. Sporangien mehr oder weniger kugelig, ellipsoidisch, keulig, birnförmig oder zylindrisch, an der Basis mit einem mehr oder weniger deutlich differenzierten Gallertstiel oder Gallertpolster. Membran fest, dick und oft geschichtet, seltener dünn oder schleimig. Vermehrung durch Endosporen, die zu 2 bis vielen, meist zu 8–32 unter Teilung nach allen Raumrichtungen, seltener nur oder vorwiegend nach einer Raumrichtung gebildet werden. Die Sporangien öffnen sich typisch am Scheitel durch Aufreißen, Verschleimen oder Abwerfen eines Deckels, seltener durch totale Verschleimung.

Als typische Gattung ist *Dermocarpa* Crovan aufzufassen. Die anderen Gattungen weichen nur unwesentlich ab. In allen Fällen handelt es sich um Organismen, die mit den autosporinen Protococcalen zu vergleichen sind, aber deutliche Polarisierung besitzen.

**Verwandtschaftsverhältnisse.** Bei manchen *Dermocarpa*-Arten zerlegt die erste, horizontale Teilung das Sporangium in einen apikalen und einen basalen Abschnitt, von welchen nur der apikale weitere Teilungen erfährt und Sporen bildet, während der basale Abschnitt steril bleibt. Nachdem die Sporen aus dem oberen Teil entleert sind, kann der basale Abschnitt wieder auswachsen, sich abermals in zwei Teile differenzieren und aus seinem apikalen Teil wieder Sporen bilden (Fig. 69). Betrachtet man diesen Vorgang über längere Zeiträume, so entsteht das Bild einer Zelle, welche in basipetaler Reihenfolge Gruppen von Endosporen abgibt. Stellt man sich vor, daß die Zahl der jeweils gebildeten Endosporen auf eine sinken würde, so ist grundsätzlich die Organisation von *Chamaesiphon* erreicht: statt Gruppen von Endosporen werden einzelne als Exosporen erscheinende Zellen abgeschnürt. Solche an *Chamaesiphon* erinnernde Arten sind z. B. *Dermocarpa chamaesiphonoides* Geitl. und *D. clavata* (Setchell et Gardner) Geitl. Andererseits gibt es *Chamaesiphon*-Arten der Sektion *Godlewskia*, deren Exosporenbildung gelegentlich in Endosporenbildung dadurch übergeht, daß die Sporangiumwand geschlossen bleibt und die Sporenbildung nicht allein am Scheitel, sondern auch in tieferen Teilen erfolgt. Schließlich zeigen auch die Gattungen *Clastidium* und *Stichosiphon* durch einreihige Anordnung der Endosporen Anklänge an *Chamaesiphon*. Diese Gattungen sind außerdem dadurch merkwürdig, daß während der Sporenbildung Längenwachstum des Sporangiums stattfindet; der sonst für die Dermocarpaceen und Cyanidiaceen (wie für die Protococcalen) typische Wechsel zwischen Wachstum ohne Teilung und Teilung ohne Wachstum (Vielzellbildung) ist dadurch modifiziert und es zeigt sich eine Annäherung an gewöhnliche Zweiteilung.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen zu *Chamaesiphon* sind somit sehr deutlich. Gegenüber den Cyanidiaceen besteht der einzige Unterschied in der Polarisierung. Als Übergangsformen können Arten wie *Dermocarpa sphaerica* Setchell et Gardner betrachtet werden, die zwar mit einem Ende festsitzen, aber im übrigen keine Polarisierung erkennen lassen, da die Zellen bzw. Sporangien kugelig sind und der gesamte Inhalt gleichmäßig in Endosporen zerfällt.

**Fortpflanzungsverhältnisse.** Über die Endosporenbildung wurde bereits an anderen Stellen das Wesentliche gesagt. Für einige *Dermocarpa*-Arten geben Setchell und Gardner (in Univ. Calif. Publ. 6, 1918, 438, 458) simultane Entstehung an; wie in der Einleitung zu den Scopulonemataceen hervorgehoben wurde, ist diese Bildungsweise aus allgemein cytologischen Gründen überhaupt unglauhaft.

## Einteilung der Familie

A. Endosporen durch Teilungen nach drei Raumrichtungen gebildet (S. 105)

## 1. Dermocarpa

B. Endosporen durch Teilung nach einer Raumrichtung gebildet.

- a) Zellen bzw. Sporangien am Scheitel mit einer Schleimbörste (S. 107) 2. **Clastidium**  
 b) Zellen bzw. Sporangien ohne Schleimbörste (S. 108) . . . . . 3. **Stichosiphon**

1. **Dermocarpa** Crouan in Ann. Sci. Nat. Bot., Ser. IV. 9 (1858) 70. — *Sphaenosiphon* Reinsch, Contr. alg. fung., Leipzig (1874/75) 15. — Inkl. *Cyanocystis* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 14 (1882) 314. — Inkl. *Dermocarpella* Lemmermann in Engl. Bot. Jahrb. 38 (1907) 349. — Zellen kugelig, verkehrt-eiförmig, birnförmig oder keulig, selten halbkugelig, festsitzend, einzeln oder gesellig und dicht gedrängt, manchmal durch Querteilung eine kleine Stielzelle bildend, meist ungestielt oder mit einem kleinen Gallertfuß. Endosporen zu 4 bis vielen nach drei Raumrichtungen gebildet. Zellinhalt entweder gänzlich zur Sporenbildung verbraucht, oder bei der ersten Teilung in einen sterilen Basalteil und einen fertilen Endteil differenziert. Entleerung der Endosporen unter Aufreißen am Scheitel des Sporangiums oder Abwerfen eines Deckels oder durch Verschleimung der Sporangiumwand im ganzen.

Ableitung des Namens von *δερμα* (Haut) und *καρπος* (Frucht); die Bildung ist sprachlich unrichtig und sollte „Dermatocarpa“ heißen.

Leitart: *D. violacea* Crouan l. c. mit verkehrt-eiförmigen bis keuligen Sporangien, die bis  $28\ \mu$  breit werden, an den europäischen und nordamerikanischen Küsten.

Die Gattung umfaßt etwa 25 Arten, die größtenteils marin sind; einige Arten sind ungenügend bekannt und sind wahrscheinlich verkannte *Xenococcus*-Arten (vgl. weiter unten).

Die ersten sporogenen Teilungen treten bei flachgedrückten, halbkugeligen Sporangien vertikal und radiär (*D. hemisphaerica* Setchell et Gardner, Fig. 68c), bei in die Länge gestreckten dagegen horizontal (quer) auf (Prinzip der kleinsten Flächen). Bei *D.*

*protea* Setchell et Gardner (Fig. 68d) eilen die Teilungen im Scheitelteil voraus. Dies leitet zu dem Verhalten verschiedener Arten über, bei welchen der basale Teil des Sporangiums überhaupt keine Teilungen erfährt, steril bleibt und später, nach der Entleerung der Sporen aus dem oberen Teil, wieder auswächst und neue Sporen bilden kann; derartige Durchwachsungen sind nicht selten (*D. clavata* Geitler u. a.). Bei *D. xenococcoides* Geitl. erfolgen im basalen Teil nur einige wenige Teilungen; die Teilprodukte behüten sich und wachsen nach Entleerung der Sporen des apikalen Abschnitts zu neuen Sporangien innerhalb der alten Sporangiumwand aus (vgl. L. Geitler und F. Ruttner in Arch. f. Hydrob. Suppl. XIV, 1935, 395ff.). In anderen Fällen ist die erste im noch jungen Sporangium ablaufende Teilung mit Membranbildung verbunden, so daß der basale Teil des Sporangiums zu einer Stielzelle wird (*D. fucicola* Saunders u. a.).

Bei vielen Arten sitzen die Sporangien gesellig beisammen, so daß der Eindruck einer Kolonie entsteht. Entsprechend der Diagnose sind diese Sporangien nicht durch Zweiteilung auseinander entstanden, sondern sind aus nebeneinander zur Entwicklung gelangten Endosporen hervorgegangen. Beim Heranwachsen der Endosporen tritt gegen-

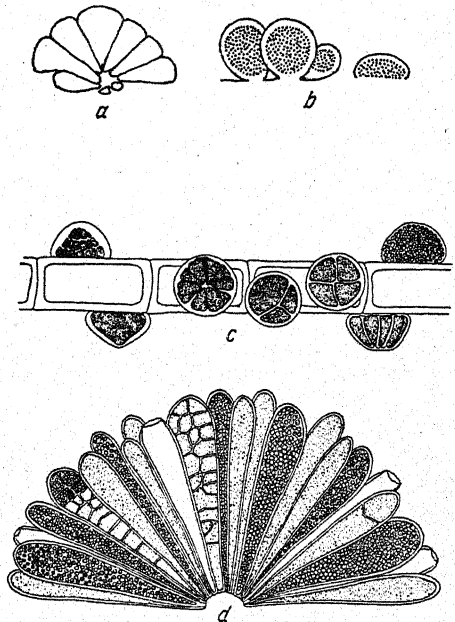


Fig. 68. *Dermocarpa*-Arten. a, b *D. pacifica* S. et G., gedrängte und lockere Sporangien ( $^{250}/_1$ ); c *D. hemisphaerica* S. et G. ( $^{500}/_1$ ); d *D. protea* S. et G. ( $^{250}/_1$ ). In c und d verschiedene Stadien der Endosporenbildung. — Nach Setchell und Gardner.

seitige Abplattung ein, so daß die erwachsenen Sporangien dicht gedrängt stehen, die ganze Bildung vielfach den Eindruck einer pseudoparenchymatischen Scheibe macht und den einschichtigen Thalli mancher *Xenococcus*-Arten sehr ähnlich wird (Fig. 68a, d). Ohne Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte können daher Verwechslungen vorkommen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß manche *D.*-Arten tatsächlich zu *Xenococcus* gehören, weil der Aufbau der Zellgruppen nicht erkannt wurde. Dies ist z. B. vielleicht bei *D. prasina* (Reinsch) Bornet et Thuret (Fig. 61 F) der Fall, für die Howe (in Mem. Torrey Bot. Cl. 15, 1914, 16) vegetative Teilungen angibt; Bornet und Thuret (Notes algologiques, Paris 1880) machen dagegen die ausdrückliche Angabe, daß zu Anfang der Entwicklung endosporenartige Zellen vorhanden sind, die voneinander getrennt liegen und erst nachträglich während des Heranwachsens miteinander in Berührung kommen und sich abplatten: möglicherweise hatte Howe nicht *D. prasina*, sondern eine ähnliche *Xenococcus*-Art vor sich. Von einer Vereinigung der beiden Gattungen *D.* und *Xenococcus*, die Howe nahelegt, kann keine Rede sein.

Für das Aussehen der Sporangien-Gruppen ist, wenn es sich um Epiphyten auf anderen Algen handelt, auch das Verhalten der Unterlage und deren Veränderungen beim Wachstum von Bedeutung. So sind bei *D. pacifica* Setchell et Gardner bei geringem

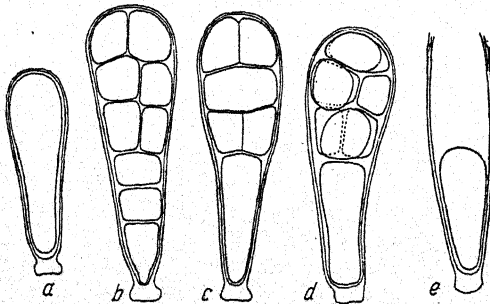


Fig. 69. *Dermocarpa clavata* (S. et G.) Geitl. var. *aquae-dulcis* Geitl., junges Sporangium, Endosporenbildung und (e) Sporangium nach der Entleerung der Sporen aus dem oberen Teil. — Nach Geitler.

Wachstum der Wirtspflanze (*Chaetomorpha*) die Sporangien gegeneinander abgeplattet und bilden einen *Xenococcus*-artigen Thallus, während sie im anderen Fall ziemlich locker stehen und abgerundet sind (Fig. 68a, b).

In dieser Bearbeitung sind mit *D.* die Gattungen *Cyanocystis* Borzi l. c. und *Dermocarpella* Lemmermann l. c. vereinigt. Die Gattung *Cyanocystis* ist allein darauf gegründet, daß die Zellen kugelig sind und die Sporangien sich mit einem Querriß öffnen. Zwischen Kugelform und länglichen Gestalten kommen aber alle Übergänge vor, und es handelt sich überhaupt um ein unwesentliches Merkmal; die Öffnungsweise des Sporangiums kann auch keinen wesentlichen Unterschied abgeben.

Nach Borzis Angaben treten die Endosporen in eine Gallertblase eingehüllt aus (wie die Zoo- und Autosporen der Grünalgen); dies kommt auch bei anderen *Dermocarpa*-Arten vor, deren Sporangiumwand nicht vollständig verschleimt (z. B. bei *D. Leibleinii*). — Die Gattung *Dermocarpella* soll dadurch charakterisiert sein, daß „kleine“ und „große“ Endosporen gebildet werden. Bei *D. incrassata* (Lemm.) Geitl. sind die „großen“ Endosporen nichts anderes als die steril gebliebenen Basalteile der Sporangien; bei *D. Lemmermannii* Geitl. nov. nomen (= *Dermocarpella hemisphaerica* Lemm.) sind die „großen“ Endosporen zweifellos die noch nicht weiter zerlegten Protoplasten, die bei den ersten Teilungen im Sporangium entstehen (ihr Austritt wurde nicht beobachtet)<sup>1)</sup>.

Im folgenden seien einige charakteristische Arten angeführt.

**A.** Sporangien mehr oder weniger kugelig, nicht höher als breit, oder zusammengedrückt. — **Aa.** Sporangien mehr oder weniger kugelig: *D. versicolor* (Borzi) Geitler (= *Cyanocystis versicolor* Borzi), bis 16  $\mu$  groß, Öffnung des Sporangiums mit Deckel, im Süßwasser in Sizilien und Äquatorial-Afrika (Fig. 61 E). Etwas kleiner *D. minima* Geitl. auf Fadenalgen an der dalmatinischen Küste und auf den Kanaren. *D. sphaerica* Setchell et Gardner mit bis 16  $\mu$  großen Sporangien und total verschleimender Membran, an der kalifornischen und französischen (Banyuls) Küste. *D. pacifica* Setchell et Gardner mit bis 45  $\mu$  großen Sporangien, die manchmal auch abgeflacht oder keulig werden und bei

<sup>1)</sup> In meiner letzten Bearbeitung (in Rabh. Krypt.-Fl. XIV, 1930—1932) führte ich die Art noch als *Dermocarpella*.

gegenseitiger Behinderung im Wachstum abgeplattete Formen annehmen, an der kalifornischen Küste (Fig. 68a, b). — **Ab.** Sporangien niedergedrückt halbkugelig: *D. hemisphaerica* Setchell et Gardner an der kalifornischen Küste (Fig. 68c). — **B.** Sporangien länglich. — **Ba.** Sporangien ellipsoidisch bis keulig, an der Basis nicht eingezogen, ohne Stiel: *D. protea* Setchell et Gardner mit bis 120  $\mu$  langen Sporangien, an der pazifischen Küste Nordamerikas (Fig. 68d). *D. prasina* (Reinsch) Bornet et Thuret an den Meeresküsten der ganzen Welt (Fig. 61f). — **Bb.** Sporangien birnförmig, ohne Stielzelle: *D. violacea* Crouan an den europäischen und nordamerikanischen Küsten. — **Bc.** Sporangien mit Stielzelle oder mit sterilem basalem Inhalt: *D. fucicola* Saunders mit Stielzelle, an der pazifischen Küste Nordamerikas. *D. Leibleiniae* (Reinsch) Bornet et Thuret mit sterilem basalem Inhalt, an den europäischen und nordamerikanischen Küsten; ähnlich *D. clavata* (Setchell et Gardner) Geitl. (= *Chamaesiphon clavatus* Setch. et Gardn.) an der Küste von Guadeloupe und im Süßwasser in Niederl.-Indien (Fig. 69) und *D. chamaesiphonoides* Geitl. in stehendem Wasser in Europa und Niederl.-Indien.

NB! Über die geographische Verbreitung der Arten können keinerlei endgültige Aussagen gemacht werden; die Arten wurden bisher dort gefunden, wo entsprechende Untersuchungen angestellt wurden!

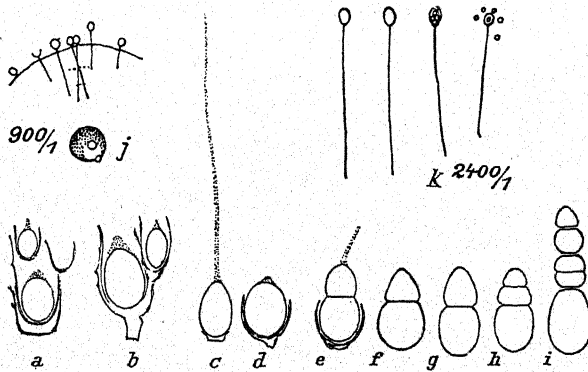


Fig. 70. a—i *Clastidium rivulare* Hansg.: a, b Koloniebildung, c—i verschiedene Entwicklungsstadien (in f—i ist die Sporangiumwand nicht dargestellt). j, k *Cyanothea longipes* Pascher, Zellen an der Oberfläche der Gallerte der Wirtspflanze und Endsporenbildung. — a—i nach Geitler, j, k nach Pascher.

**2. Clastidium** Kirchner in Jahresh. Ver. Vaterl. Naturh. Württemb. 36 (1880) 196. — Zellen bzw. Sporangien länglich, birnförmig oder zylindrisch und an beiden Enden etwas verjüngt, einzeln oder gesellig, am apikalen Ende mit einer Schleimborste. Endsporen sukzedan durch Querteilungen aus dem gesamten Sporangiuminhalt oder nur aus dem oberen Teil gebildet.

Ableitung des Namens von *κλασιν* (zerbrechen).

Leitart: *Cl. setigerum* Kirchn. l. c. Taf. 2, Fig. 4, mit langgestreckten Sporangien, epiphytisch auf anderen Algen in stehenden und fließenden Gewässern in Europa und Kolumbien, wohl weiter verbreitet, aber übersehen (Fig. 61 G). *Cl. rivulare* Hansg. mit kegel- oder birnförmigen Sporangien, in Gebirgsbächen in Europa, wohl meist übersehen (Fig. 70a—i). Die Sporangien sind nur bis 4  $\mu$  bzw. 6  $\mu$  breit, daher sehr unauffällig.

Die Gattung unterscheidet sich von *Dermocarpa* dadurch, daß die Endsporen nur nach einer Raumrichtung gebildet werden (*Dermocarpa clavata* und ähnliche stellen in dieser Hinsicht eine Annäherung dar); gegenüber *Stichosiphon* besteht der Unterschied in der Bildung einer eigentümlichen apikalen Schleimborste. Die Sporangiumwand ist oft sehr zart oder schleimig und dann kaum sichtbar. Dies gilt besonders für den Reifezustand von *Cl. setigerum*, in dem die in einer Reihe liegenden Endsporen infolge der Unsichtbarkeit der Sporangiumwand einen Zellfaden zu bilden scheinen. Dazu kommt, daß die Sporangien während der Sporenbildung in die Länge wachsen. Dadurch wie durch die „interkalar“ ablaufenden Teilungen (Fig. 70) ist ein gewisser Übergang zu gewöhnlichen vegetativen Zweiteilungen bzw. zur Fadenbildung gegeben.

Bei *Cl. rivulare* wird, wie bei manchen *Dermocarpa*-Arten, bei der ersten quer erfolgenden Teilung das Sporangium in zwei Abschnitte zerlegt, von welchen der basale steril bleibt, während der obere sich weiter in Sporen aufteilt (Fig. 70). Der basale Teil kann nach der Entleerung der Sporen wieder auswachsen und neuerdings Sporen bilden. Dadurch entsteht eine gewisse Ähnlichkeit mit *Chamaesiphon*. Wie bei diesem können sich einzelne Sporen am Rand der am Scheitel aufgerissenen Sporangiumwand festsetzen und hier keimen, so daß es zur Bildung von bäumchenförmigen Kolonien kommt (Fig. 70a, b). Die erste Teilung erfolgt meist, solange das Sporangium noch kurz ist (Fig. 70f, g). Die obere Tochterzelle teilt sich, während die untere ungeteilt bleibt; die Teilprodukte wachsen dann bis auf die doppelte Länge der Mutterzelle heran (Fig. 70i).

3. *Stichosiphon* Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1931) 411. — Sporangien in der Jugend ellipsoidisch bis birnförmig, mit einem Gallertfüßchen festsitzend, später in die

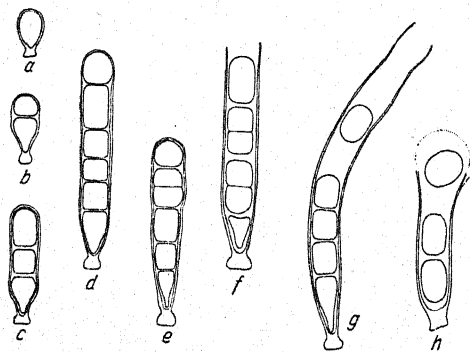


Fig. 71. *Stichosiphon regularis* Geitl. a-e Entwicklung der Endosporangien, f-h reife Endosporangien. — Nach Geitler.

Länge wachsend, wobei der Inhalt durch Querteilungen eine Reihe von Endosporen bildet. Ausgewachsene Sporangien länglich, zylindrisch bis keulenförmig, mit 4–12 oder auch mehreren in einer Reihe liegenden Endosporen, welche durch Verschleimung des apikalen Membranteils frei werden. Basale Endosporen an ihrem unteren Ende leicht stielförmig ausgezogen, meist nicht austretend.

Ableitung des Namens von *στυχος* (Reihe) und *σιφων* (Schlauch).

Leitart: *St. regularis* Geitler l. c., Fig. 240 (vgl. auch L. Geitler und F. Ruttner in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV, 1935, 392), in zwei ost-javanischen Seen epiphytisch auf anderen Algen (Fig. 71). Außerdem zwei ähnliche Arten, *St. filamentosus* (Ghose) Geitl. und *St. indicus* Rao<sup>1)</sup>, in Indien.

Wahrscheinlich gehört zu *St.* auch *St. Hansgirgii* Geitl., der von Hansgirg für *Chamaesiphon gracilis* Rabenh. gehalten wurde (vgl. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV, 1930–1932, 414), und vielleicht auch „*Chamaesiphon sansibaricus*“ Hieron. (vgl. Geitler, l. c. 445).

Die Gattung ist, wie *Clastidium*, durch das während der Endosporenbildung stattfindende Längenwachstum bemerkenswert. Besonders bei dem extrem langen *St. indicus* tritt dadurch eine auffallende Art der „Faden“-bildung ein.

### Anhang zu den Dermocarpaceen:

#### Unvollkommen bekannte und daher unsichere Gattung:

*Cyanotheca* Pascher in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 32 (1914) 351, Taf. 7, Fig. 29–33. — Zellen kugelig, später ellipsoidisch, auf meist langen, feinen Gallertstielen, welche die Gallerte einer (vielleicht auch anderer) protococcoiden Grünalge durchdringen. Endosporen zu 4–8, durch Aufreißen der Membran frei werdend. — Einzige Art: *C. longipes* Pascher l. c. mit 1½–2, selten bis 3  $\mu$  großen, mehr oder weniger blaugrünen Zellen, im Böhmerwald, Schwarzwald, Riesengebirge und bei Lunz (Nied.-Donau), sowie in Frankreich (nach Frémy). Fig. 70j, k.

Pascher schreibt, daß die Fortpflanzung „anscheinend“ durch Endosporen erfolgt; infolge der sehr geringen Größe ist die Beobachtung schwierig. Die Pflanze ähnelt manchen einfachen Phycomyceten mehr als einer Blaualge. Weitere Untersuchungen sind nötig.

<sup>1)</sup> Rao schreibt unrichtig „*indica*“.

## Chamaesiphonaceae

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. XLI, 2. Abt. (1925) 249. — *Chamaesiphonaceae* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 14 (1882) 298 pro parte.

Pflanzen einzellig, festsitzend, mit Differenzierung in Basis und Spitze, einzeln oder gesellig oder infolge der Weiterentwicklung von Exosporen in Verbindung mit der Mutterpflanze koloniebildend. Zellen in der Jugend kugelig, später länglich. Zellwand (Sporangiumwand) im Alter am Scheitel aufreißend und als becher- oder scheidenartige Membranhülle (Pseudovagina) den Protoplasten (samt seiner Eigenmembran) umgebend. Fortpflanzung durch Abschnürung von Exosporen in basipetaler Reihenfolge.

Einzigste Gattung:

**Chamaesiphon** A. Braun et Grunow in Rabh. Fl. Eur. Alg. 2 (1865) 148, emend. Geitler, l. c. 250. — Inkl. *Godlewskia* Janczewski in Mem. Ac. Cracov. 11 (1883) 142 und in Ann. Sci. Nat. 6. sér. XVI (1883) 227, Taf. 14. — Inkl. *Hyellococcus* Schmidle in Allg. Bot. Ztschr. 11 (1905) 64. — Inkl. *Chamaesiphonopsis* F. E. Fritsch in New Phyt. 28 (1929) 193. — Ältere Synonyme, die zum Teil als Untergattungen und Sektionen verwendet wurden: *Sphaerogonium* Rostafinski in R. Ak. Krak. 10 (1883) 280. — *Brachythrix* A. Braun in Rabh. Fl. Eur. Alg. 2 (1865) 148, nomen in syn.

Sporangien mit einem kurzen Gallertstiel oder ohne solchen bzw. mit einem Gallertscheibchen festsitzend, in der Jugend kugelig, später ellipsoidisch, birnförmig, keulig oder zylindrisch, am apikalen Ende Exosporen abschnürend. Membran oft geschichtet (Schichten oft divergierend), bei der Reife am Scheitel aufreißend und als Pseudovagina scheidenartig oder becherförmig den Protoplasten umhüllend oder auch verschleimend; gelegentlich Längenwachstum durch Einschaltung neuer tütenförmiger Membranstücke. Die Exosporen fallen bei manchen Arten ab, bei anderen haften sie am Rand der Pseudovagina und keimen hier in Verbindung mit der Mutterpflanze zu neuen Sporangien aus, wodurch Kolonien entstehen. Aussehen der Kolonien je nach der Beschaffenheit der Pseudovagina verschieden, entweder schleimig, oft mit radial verlaufenden Zellreihen, oder fadenförmig und bäumchenartig verzweigt, oder etagenförmig gezont. Pseudovagina fest oder schleimig, farblos oder gelb bis braun.

Wichtigste Literatur. L. Geitler in Arch. Protok. 51 (1925) 321, und in Rabh.-Krypt. Fl. XIV (1930—1932). — K. Starmach in Acta Soc. Bot. Polon. 6 (1929) 30—45, Taf. 1.

Name von *χαμαι* (niedrig), *σῆψων* (Schlauch). — Leitart: *Ch. confervicola* A. Br.

Die Entwicklung von *Ch.* erfolgt typisch in der Weise, daß zunächst Wachstum in der Längsrichtung ohne Teilung erfolgt; aus der Keimzelle (Exospore) wird dadurch ein Sporangium, das mit den Sporangien der Dermocarpaceen und Pleurocapsalen homolog ist. Infolge extremer Polarisierung werden jedoch keine Endosporen, sondern Exosporen gebildet (vgl. hierzu die Einleitung zu den Dermocarpaceen): es erfolgt nahe dem Scheitel eine Teilung, welche inäqual verläuft und eine große basale Zelle und eine kleine apikale Zelle liefert; diese löst sich, nachdem sich die Wand des Sporangiums am Scheitel geöffnet hat, als Exospore ab. Die basale Zelle wächst dann nach und bildet wieder eine Exospore; der Vorgang kann sich beliebig oft wiederholen. Sind die aufeinanderfolgenden Teilungen zeitlich einander nahegerückt, so erfolgen Teilung und Wachstum gleichzeitig und es entstehen ganze Ketten von Exosporen, die am Scheitel hängen und äußerlich betrachtet den Konidienketten mancher Pilze ähneln. Die äußerste Spore ist die älteste, die innerste die jüngste, die Abschnürung erfolgt in basipetaler Reihenfolge.

Exosporenbildung und Längenwachstum des abschnürenden Protoplasten sind innerhalb bestimmter, zum Teil von den Außenbedingungen abhängiger Grenzen fest gekoppelt. Wenigstens wurde noch nie beobachtet, daß sich eine Pflanze durch Exosporenbildung ohne Wachstum „aufgebraucht“ hätte, oder daß eine bestimmte Maximallänge, die aber von Art zu Art verschieden ist, überschritten worden wäre. Der Zeitpunkt des Beginns der Exosporenbildung wird offenbar von arteigentümlichen inneren Bedingungen und von Außenbedingungen bestimmt. Ist die Exosporenbildung einmal im Gange, so kann sie potentiell unbegrenzt lange weiterlaufen. Tatsächlich treten aber nicht selten Hemmungen ein; so sieht man oft Pflanzen mit geöffneter Pseudovagina, die keine Sporen tragen und sich auch nicht zu weiteren Teilungen anschicken.



Der typische Vorgang der Exosporenbildung besteht darin, daß jeweils eine Querteilung abläuft. Im Widerspruch hiermit steht eine Angabe, die bisher nicht bestätigt werden konnte. Borzi (in N. Giorn. Bot. Ital. 14, 1882, 302) fand bei *Ch. confervicola* A. Braun, daß auch Längsteilungen ablaufen (Fig. 61 H). Es ist möglich, daß es sich hierbei um eine falsche Deutung eines auch sonst gelegentlich zu beobachtenden Vorgangs handelt; es können nämlich bei noch geschlossener Pseudovagina Exosporen durch Querteilungen gebildet werden, die sich aber infolge Raumbehinderung stauen, so daß sie nebeneinander zu liegen kommen und Längsteilungen vortäuschen. Sollte die Beobachtung Borzis richtig sein, so würde sie einen weiteren Beweis für die nahe Verwandtschaft von *Ch.* und *Dermocarpa* bilden, wo ja bei der Endosporenbildung Längsteilungen vorkommen. — Borzi beobachtete an seinen Pflanzen außerdem noch eine andere eigentümliche und unbestätigte Erscheinung, nämlich die Bildung auffallend großer endständiger Exosporen (Fig. 61 H).

Eine bemerkenswerte Beobachtung machte Starmach (l. c.) an *Ch. curvatus*; es erfolgt hier gelegentlich vor der Sporenbildung und vor der Öffnung der Pseudovagina eine Zerteilung des Protoplasten der Quere nach, wobei der Protoplast in zwei gleichgroße übereinander liegende Tochterprotoplasten zerteilt wird. Jede Hälfte kann dann an ihrem oberen Ende Exosporen bilden, so daß in einer Pseudovagina zwei übereinander liegende sporenbildende Protoplasten vorhanden sind. Auch dieses Verhalten ist als Zeichen der nahen Beziehung von *Ch.* und *Dermocarpa* zu betrachten.

Der innerhalb der Pseudovagina befindliche Protoplast ist anscheinend niemals wirklich nackt, sondern von einer sehr zarten Membran umgeben. Dementsprechend sind auch die Exosporen von Anfang an von einer dünnen, elastischen Membran umhüllt. Ob die Exosporen aktive Beweglichkeit besitzen, wie dies im Fall einiger Endosporen festgestellt wurde, ist noch nicht bekannt. Doch ist es sehr wahrscheinlich, daß sie als Planokokken ausgebildet sind, besonders in jenen Fällen, wo sie in schnellfließendem Wasser glatte Substrate, z. B. ausgelegte Glasplatten, besiedeln (vgl. Geitler in Biolog. Gener. 1927); wenigstens lassen sich die Aufwuchsbilder schwer bloß auf Grund passiver Beweglichkeit verstehen.

Außer dem Nachwachsen des Protoplasten in der Längsrichtung während der Exosporenbildung ist bei manchen Arten die gesamte Pflanze fähig, sich zu verlängern. Dies geschieht dadurch, daß der Protoplast an der Basis Membransubstanz abscheidet, welche das Lumen der Pseudovagina ausfüllt<sup>1)</sup>. Besonders bei *Ch. fuscus* ist dieser Vorgang auffallend, wo wiederholt in die Pseudovagina neue trichterige Schichten von innen her angelagert werden und der Protoplast im gleichen Maß emporrückt (Fig. 72 d). Dieser Vorgang erfolgt ruckweise — offenbar handelt es sich um von Außenbedingungen abhängige Wachstumsperioden — und, da nebeneinanderstehende Sporangien ihn gleichzeitig vornehmen, entstehen im Querschnitt gezonte Lager. Das Aussehen wird noch dadurch auffallend, daß die ältesten (untersten und äußersten) Membranschichten dunkelbraun, die jüngeren braun oder gelb und die jüngsten farblos sind.

Außer bei *Ch. fuscus* kommt eine gefärbte Pseudovagina noch bei *Ch. polonicus* vor; der Farbenton ist in diesem Fall ein charakteristisches Rostrot oder Orangebraun (vgl. die farbigen Abbildungen bei Geitler in Arch. Protok. 51, 1925). Hierbei handelt es sich um echte Membranfarbstoffe, die wohl identisch sind mit dem in den Membranen und Scheiden anderer Blaualgen vorhandenen „Scytonemin“. Bei *Ch. ferrugineus* F. E. Fritsch (in New Phytol. 28, 1929, 194) und *Ch. siderophilus* Starmach l. c. (Fig. 72 a) sind dagegen die Pseudovaginen durch Eiseneinlagerung gelb bis braun gefärbt.

Die Exosporen trennen sich meist vollständig von der Mutterpflanze und gelangen in beliebiger Entfernung zur Keimung. Bei manchen Arten werden sie aber gelegentlich oder immer festgehalten und entwickeln sich in Verbindung mit der Mutterpflanze zu neuen Sporangien. Hierdurch entstehen Kolonien, d. h. Ansammlungen von unmittelbar aus einander hervorgegangenen Zellen (Sporangien); im Unterschied dazu handelt es sich in anderen Fällen um ein bloß geselliges Vorkommen, d. h. um Ansammlungen von Zellen, die aus Exosporen verschiedenen Ursprungs nebeneinander zur Entwicklung gekommen sind. Das Aussehen beider Arten der Lagerbildung ist manchmal recht ähnlich,

<sup>1)</sup> Die Pseudovagina ist dann etwa mit der Hülle der Chrysophyceen *Hyalobryon* zu vergleichen.

und in Einzelfällen werden auch die Grenzen unscharf; grundsätzlich handelt es sich aber um zwei entwicklungsgeschichtlich verschiedene Vorgänge.

Das Festhalten der Exosporen erfolgt in manchen Fällen anscheinend bloß durch Haftenbleiben mittels einer schleimigen Hülle der Exosporen selbst; in anderen Fällen werden am Scheitel der Pseudovagina mächtige Schleimmassen gebildet, in welchen die Exosporen eingeschlossen bleiben. In dieser Hinsicht ist *Ch. oncohyrsoides* besonders auffallend, der große Gallertkolonien von mehr oder weniger halbkugeligem Umriß bildet,

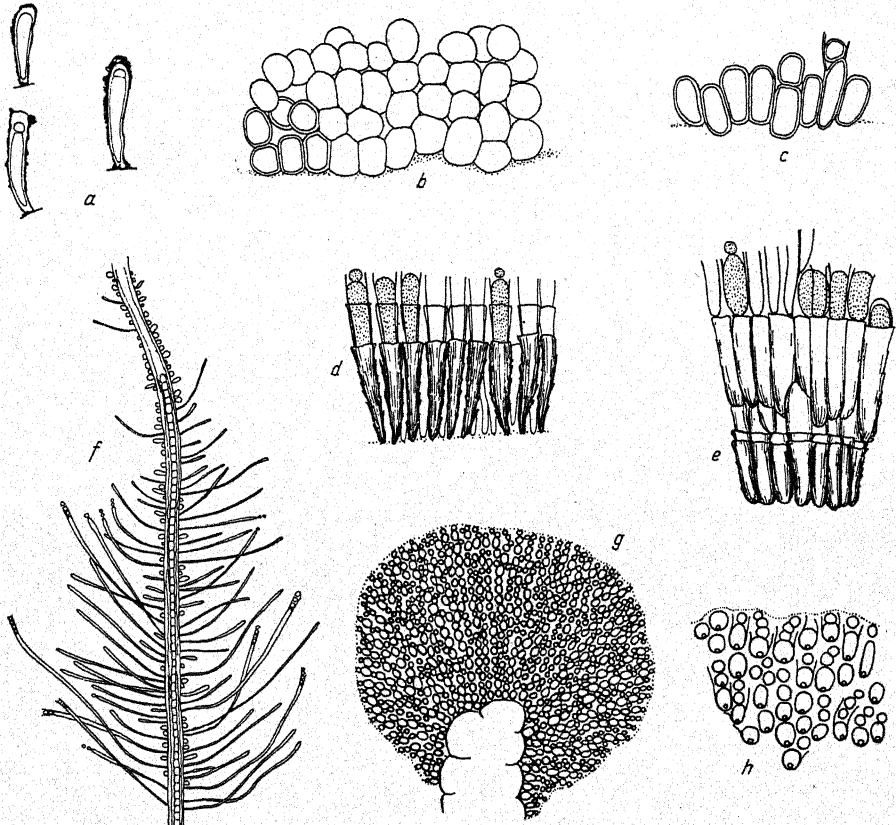


Fig. 72. *Chamaesiphon*-Arten. a *Ch. siderophilus* Starmach mit Eiseninkrustation; b, c *Ch. polonicus* (Rostaf.) Hansg., Dauerstadien; d, e *Ch. fuscus* (Rostaf.) Hansg., Schichtung der Pseudovagina und Koloniebildung; f *Ch. macer* Geitl. auf einem Faden von *Schizothrix tinctoria*; g, h *Ch. oncohyrsoides* Geitl., Vertikalschnitte durch den Thallus; verschiedene Vergr. — a nach Starmach, die anderen nach Geitler.

in welchen die Sporangien in radialen Reihen angeordnet sind (Fig. 72 g, h). Bei flüchtiger Betrachtung entsteht dadurch das Aussehen einer Chroococcale oder Pleurocapsale. Dies wird noch dadurch gesteigert, daß der die Exosporen bildende Protoplast oft nicht viel größer als die Exospore ist, so daß unter Umständen der Eindruck einer vegetativen Zweiteilung entstehen kann. Bei *Ch. fuscus* und *carpathicus*, die mäßige Verschleimung besitzen, entstehen bäumchenförmige Kolonien und übereinander geschichtete Lagen von Sporangien (die Entstehung der Bäumchen ist grundsätzlich die gleiche wie bei der Chrysomonade *Dinobryon*). Bei *Ch. polonicus* entstehen Kolonien von leicht mißzuverstehendem Aufbau dadurch, daß die Sporen gleich nach ihrer Entstehung sich mit einer festen Membran umgeben und die Pseudovagina nicht aufreißt; dieses Aus-

sehen findet sich besonders an trockenen Standorten und stellt ein Dauerstadium dar (Fig. 72 b, c).

Im Falle des geselligen Wachstums entwickeln sich die Zellen oft so eng nebeneinander, daß sie sich abplatteln und den Eindruck von Pseudoparenchymen machen können (vgl. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. 419)<sup>1)</sup>. Tritt dazu Koloniebildung, so entstehen Lager, welche aus einer pseudoparenchymatischen Sohle und aufrechten „Fäden“ oder Sporangienreihen zu bestehen scheinen. F. E. Fritsch (in New Phytol. 28, 1929) hat auf Grund dieses Verhaltens die Gattung *Chamaesiphonopsis* mit der Art *Ch. regularis* aufgestellt; Fritsch läßt die Frage offen, ob der basale Lagerteil wie bei einer Pleurocapsale durch Zweiteilung entsteht oder nicht, neigt aber eher zu der ersten Auffassung, wie sich schon daraus ergibt, daß er die Art zuerst als *Oncobyrsa britannica* F. E. Fritsch, dann als *Xenococcus britannicus* F. E. Fritsch bezeichnete. Sollten an der Basis dieser Lager wirklich vegetative Teilungen vorkommen, so handelt es sich offenbar um Mischbildungen zweier verschiedener Formen, nämlich einer Pleurocapsale, die von einem *Chamaesiphon* überwachsen ist. Solche Bildungen sind unter den krustigen Algenüberzügen in Bächen nicht selten und haben auch in anderen systematischen Gruppen mehrfach zu Verwechslungen Anlaß gegeben. Fehlen aber die vegetativen Teilungen, so ist die Pflanze als *Ch.* zu bezeichnen, denn diese Art der Lagerbildung ist durch alle Übergänge mit der Koloniebildung anderer *Ch.*-Arten verbunden.

Die Gattung *Godlewskia* Janczewski l. c. mit der einzigen Art *G. aggregata* Jancz. ist zweifellos nichts anderes als ein koloniebildender *Chamaesiphon*. Da die Art ohne Größenangaben veröffentlicht wurde, läßt sich ihre Identität nicht genau feststellen (Fig. 61 J).

In ökologischer Hinsicht verhalten sich die etwa 25 bisher bekannten Arten insofern einheitlich, als es sich durchweg um Süßwasserformen handelt; nur *Ch. confervicola* und *Ch. incrustans* treten gelegentlich auch in Salzwasser auf. Viele Arten sind typische Bewohner schnellfließender Gewässer, im besonderen der kalten Bergbäche, wo sie in Massensammlungen auf Steinen auffallende Vegetationsfärbungen des Bachbettes hervorrufen können (vgl. Geitler in Biologia Gener. 1927); die Krustenlager sind oft an Form und Färbung schon mit freiem Auge bestimmbar. *Ch. polonicus* hält lange Austrocknungszeiten aus und bildet dann das oben erwähnte Dauerstadium, das durch eine geschlossen bleibende Pseudovagina charakterisiert ist; er kommt dementsprechend auch an Felsen vor, die nur zeitweise von Wasser überrieselt werden. Die Färbung der Pseudovagina hängt, wie die Membranfärbungen aller Blaualgen, von der Belichtung ab; im Schatten bilden auch sonst pigmentierte Arten farblose Membranen aus. Die Protoplasten von Schattenpflanzen und in der Seentiefe lebenden Formen nehmen oft rotviolette Töne an. Die Färbung der Protoplasten von *Ch. fuscus* und *polonicus* ist gewöhnlich sehr blaß grau-grün oder gelblich.

Manche Arten leben auf Wasserpflanzen, besonders auf Wassermoosen und Fadenalgen, welche sie oft in sehr dichtem Bewuchs besiedeln und streckenweise ganz einhüllen können, und zwar in fließendem wie in stehendem Wasser. Arten mit langgestreckten Sporangien zeigen oft die Eigentümlichkeit, daß die Sporangien nicht rechtwinkelig abstehen, sondern gegen die Spitze des wachsenden Astes der Wirtspflanze, auf dem sie sitzen, gerichtet sind (Fig. 72f). Dabei kann bereits der Basalteil des Sporangiums mit der Unterlage einen spitzen Winkel bilden, oder dieser entspringt senkrecht und es erfolgt erst weiter oben eine Biegung. Möglicherweise beruht diese Erscheinung auf positivem Phototropismus, da die gegen die Spitze der wachsenden Äste büscheliger Algen eingeschlagene Richtung gleichzeitig die Richtung des einfallenden Lichtes ist. Die Krümmung der Sporangien kann jedenfalls nicht als systematisches Merkmal verwendet werden, wie dies manchmal geschehen ist.

Der Übersichtlichkeit halber kann man die Gattung in drei Sektionen einteilen; ein besonderer systematischer Wert kommt ihnen wohl kaum zu, auch sind alle möglichen Übergänge vorhanden. Im ganzen sind bisher etwa 25 Arten bekannt.

Sekt. I. *Brachythrrix* A. Braun ex Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhmen II (1892) 124 als Sekt.; Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 138 als Subgen.; Geitler in Beih. Bot.

<sup>1)</sup> Ähnlich verhalten sich auch *Dermocarpa*-Arten.

Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 250 als Sektion. — Exosporen zu vielen, aus dem größten Teil des Sporangiums gebildet, abfallend, daher keine Koloniebildung.

*Ch. confervicola* A. Br. mit leicht keuligen, am Scheitel 3—9  $\mu$  breiten, bis 40  $\mu$  langen Sporangien, kosmopolitisch in stehenden und langsam fließenden Gewässern; Fig. 61 H. — *Ch. curvatus* Nordstedt mit bis 150  $\mu$  oder bis 200  $\mu$  langen, sonst ähnlichen Sporangien, in stehenden und fließenden Gewässern, kosmopolitisch.

Sekt. II. *Euchamaesiphon* Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 250. — Exosporen zu wenigen, nur aus dem oberen Teil des Sporangiums gebildet, abfallend, daher keine Koloniebildung.

A. Sporangien kugelig bis ellipsoidisch: *Ch. subglobosus* (Rostafinski) Lemmermann in stehenden Gewässern in Europa und Afrika. — B. Sporangien mehr oder weniger zylindrisch: *Ch. minutus* (Rostafinski) Lemmermann in stehenden Gewässern in Europa und Niederl.-Indien; mehrere ähnliche Arten. — C. Sporangien mehr oder weniger keulenförmig. — Ca. Mit Eiseneinlagerung: *Ch. siderophilus* Starmach (Fig. 72a) auf Fadenalgen in den West-Beskiden und bei Krakau. — Cb. Ohne Eiseneinlagerung. — Cbl. Sporangien 5—8  $\mu$  breit: *Ch. incrustans* Grunow, kosmopolitisch in stehenden Gewässern. — CbII. Sporangien schmaler: *Ch. macer* Geitl. in Bächen in Europa (Fig. 72f).

Sekt. III. *Godlewskia* (Jancz.) Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 250. — Exosporen meist in Verbindung mit der Mutterpflanze zur weiteren Entwicklung kommend, also kolonienbildend.

A. Mit Eiseneinlagerung: *Ch. ferrugineus* F. E. Fritsch in fließendem Wasser in England. — B. Ohne Eiseneinlagerung. — Ba. Pseudovagina braun oder rostrot gefärbt: *Ch. polonicus* (Rostafinski) Hansgirg und *Ch. juscus* (Rostafinski) Hansgirg mit wenig schleimigen, krustenförmigen Lagern, auf Steinen in Bächen, in Europa und Asien (Fig. 72b—e). — Bb. Pseudovagina farblos: *Ch. oncobyrsoides* Geitl. bildet mächtige Schleimlager in Bächen in den Alpen und der Tatra (Fig. 72g, h). *Ch. polymorphus* Geitl. (= *Godlewskia aggregata* Jancz. (?); Fig. 61 J) mit größeren Sporangien und kleineren Lagern, in fließendem Wasser in Europa. *Ch. fallax* Geitl. mit Schleimlagern und stark gedrunghenen Sporangien, in einem Wasserfall in Java. — Die unter Bb. aufgezählten Arten und einige ähnliche sind wahrscheinlich weit verbreitet, werden aber oft verkannt!

## Hormogonales

Atkinson, A college text book of botany, ed. 2 (1905) 163. — *Nostochineae* (*hormogoneae*) Thuret in Ann. Sci. Nat. 6. sér. Bot. 1 (1875) 377 als Tribus. — *Hormogoneae* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. X (1878) 238 als Unterreihe; Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 61 als Reihe. — *Nematogenae* Rabenh. Fl. eur. Alg. II (1865) 1. — *Gloeosiphonales* Wettstein, Handb. Syst. Bot., 3. Aufl. (1923) 80. — *Oscillatoriales* Copeland in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936) 78.

**Wichtigste Literatur.** E. Bornet et G. Thuret, Notes algologiques, Paris 1876, 1880. — A. Borzi, Note alla morf. alghe fic., in N. Giorn. Bot. Ital. 10, 11, 14 (1878, 1879, 1882); Studi sulle Mixof., ebenda nov. ser. 21, 23, 24 (1914, 1916, 1917). — E. Bornet et Ch. Flahault, Rev. Nostoc. hétérocyst., in Ann. sci. nat. 7. sér., Bot. 3—7 (1886—1888). — M. Gomont, Monogr. Oscill. (Nostoc. homocyst.), ebenda 7. sér., 15 u. 16 (1892). — W. B. Crow in Ann. de Protist. 1 (1928). — A. A. Elenkin in Journ. russ. Bot. Ges. 1 (1916); Monograph. Alg. Cyan., Moskau-Leningrad 1936. — L. Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. Abt. 2, 41 (1925); in Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1930—1932). — A. Hansgirg, Prodr. Alg. Böhmen, 2, Prag 1892. — O. Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a, 61.

Die Hormogonales sind durchweg fadenförmige Blaualgen, die im einzelnen sehr verschieden aussehen können, sich aber von den anderen fadenförmigen Blaualgen (Pleurocapsalen) immer dadurch unterscheiden, daß sie „hormogonale“ Organisation besitzen, d. h. ihre Zellen an den Querwänden typischerweise in engem Kontakt stehen und sog. „Trichome“ bilden (vgl. S. 11)<sup>1</sup>. Bei vielen Formen sind die Fäden (filamenta) in ein Trichom und eine Scheide (vagina) gegliedert, in anderen Fällen (manche Oscillatoriaceen) ist die Pflanze nur als Trichom ausgebildet, eine Scheide fehlt. Scheidenlose Trichome,

<sup>1</sup>) „Trichom“ nicht im Sinne von „Haar“! Die sog. Haare, die bei Rivulariaceen und anderen vorkommen, sind lateinisch durch das Wort pilus zu bezeichnen.

die dann aktiv beweglich sind, treten als Fortpflanzungsorgane auch bei sonst bescheidenen Formen gelegentlich auf und werden als Hormogonien bezeichnet<sup>1)</sup>.

Ein Kennzeichen vieler Hormogonaler ist der Besitz von Heterocysten; diese treten außerhalb der Hormogonaler niemals auf. Dauerzellen sind weit verbreitet. Endosporen kommen nicht vor (nur für eine einzige Art, *Herpyzonema intermedia* Weber van Bosse, wurden Endosporen angegeben; die Beobachtung beruht aber vermutlich auf einem Irrtum; vgl. das bei *Herpyzonema* Gesagte); Endosporenbildung entspricht der Gesamtorganisation der Hormogonaler nicht; das gleiche gilt für die Exosporenbildung. Lösung einzelner unbeweglicher (Gonidien) oder beweglicher Zellen (Planokokken) kommt gelegentlich vor. Ebenso können ganze Fadenteile samt der Scheide sich ablösen (Hormocysten); im Fall der Hormogonien handelt es sich um abgelöste Trichomteile.

Die Reihe ist die am stärksten gegliederte der Blaualgen, die Familien umfassen vielfach sehr artenreiche Gattungen. Es ist im allgemeinen üblich, die Reihe mit den einfach gebauten Formen beginnen zu lassen und die komplizierter gebauten ans Ende zu stellen. Mindestens ebenso gut vertretbar ist die Auffassung, daß die einfachsten Typen, wie die Oscillatoriaceen, rückgebildet sind; hierfür spricht, daß sich die komplizierteren Typen (Stigonemataceen und Verwandte) leicht an die Pleurocapsalen anschließen lassen, und der Umstand, daß das für die Reihe bezeichnende Hormogoniumstadium gerade bei den einfachsten Formen am meisten betont ist; *Oscillatoria* lebt gewissermaßen dauernd im Hormogonium-Stadium. Dementsprechend habe ich seinerzeit die Reihung entgegen dem üblichen Gebrauch vorgenommen (in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41, 1925), und Elenkin hat sich dieser Auffassung angeschlossen (Monogr. Alg. Cyan., Moskau-Leningrad 1936). Dieser Gedankengang ist allerdings nicht beweisbar, da eben auch die Möglichkeit besteht, daß die Oscillatoriaceen unabhängig von den Pleurocapsalen und ohne erkennbare Zwischenglieder entstanden sind, und daß sich aus ihnen progressiv die komplizierter gebauten Typen entwickelt haben.

Die Reihenfolge der Familien ist wohl mehr oder weniger willkürlich. Ob z. B. die Nostocaceen vor den Rivulariaceen behandelt werden oder umgekehrt, ist völlig gleichgültig. Ein gewisser sichtbarer Zusammenhang der Familien besteht nur in der Weise, daß alle echt verzweigten Typen (Gruppe A des Bestimmungsschlüssels) einerseits, alle schein- oder unverzweigten Typen andererseits offenbar nahe untereinander verwandt sind. Um diesen Umstand hervorzuheben, habe ich früher die ersten als *Stigonematales*, die anderen als *Nostocales* zusammengefaßt, aber später (in Rabh. Krypt.-Fl.) diese Einteilung wieder aufgegeben, da die Reihen mit anderen nicht gleichwertig wären. Elenkin (l. c.) hat dagegen die *Hormogonales* sogar in fünf Reihen aufgelöst (*Stigonematales*, *Mastigocladales*, *Diplonematales*, *Nostocales* s. str., *Oscillatoriales*).

Bornet und Flahault l. c. unterscheiden innerhalb der Reihe zwei Untergruppen, die *Homocystee* mit annähernd gleichartigen Zellen, und die *Anhomocystee* mit ungleichartigen Zellen; die ersteren umfassen allein die Oscillatoriaceen. Da in dieser Hinsicht Übergänge vorhanden sind, scheint es angezeigt, diese Einteilung fallen zu lassen. — Elenkin, l. c., teilt die Reihe in die zwei Gruppen der *Heterocystee* (mit Heterocysten) und *Aheterocystee* (ohne Heterocysten) ein; da bei offenbar nahe verwandten Formen und sogar innerhalb derselben Gattung Heterocysten vorhanden sein oder fehlen können, ist diese Einteilung künstlich. Kirchner (E. P. I. Aufl. I. 1a) unterteilt seine *Hormogoneae* in *Psilonemateae* (ohne Haare) und *Trichophoreae* (mit Haaren). Auch diese Einteilung ist künstlich, da z. B. Haare bei Nostochopsidaceen auftreten, die Kirchner selbst zu den Psilonemateen rechnet.

### Einteilung der Reihe

A. Trichome mit echter (dichotomer oder seitlicher) Verzweigung, manchmal mehrreihig<sup>2)</sup>.

a) Verzweigung typisch dichotom.

α) Fäden frei (S. 115) . . . . . **Loriellaceae**

β) Fäden nematoparenchymatisch verwachsen (S. 118) . . . . . **Pulvinulariaceae**

<sup>1)</sup> Für die Bestimmung ist die Auseinanderhaltung der Begriffe „Faden“ und „Trichom“ wichtig! Faden = Trichom + Scheide.

<sup>2)</sup> Gelegentlich kommt eine Art echter Verzweigung auch bei Mastigocladaceen und Borzinemataceen (Gruppe B) vor.

- b) Verzweigung mehr oder weniger regelmäßig subdichotom und seitlich; Thallus aus aufrechten Fäden aufgebaut, die dicht vereinigt oder verwachsen sind (S. 118) **Capsosiraceae**
- c) Verzweigung seitlich, unregelmäßig.
- a) Ohne zweierlei Seitenzweige (S. 121) . . . . . **Stigonemataceae**
- β) Seitenzweige von zweierlei Art: die einen lang (manchmal in ein haarartiges verjüngtes Ende ausgehend), die anderen kurz, auf wenige (4—1) Zellen reduziert und mit einer terminalen (apikalen) Heterocyste abschließend (S. 131) **Nostochopsidaceae**
- B. Trichome nicht echt verzweigt, sondern scheinverzweigt oder unverzweigt (bei einigen Mastigocladaceen und Borzinemataceen treten außerdem Verzweigungen vom Aussehen echter Verzweigungen auf).
- a) Trichome mit V-Verzweigung (S. 136) . . . . . **Mastigocladaceae**
- b) Trichome ohne V-Verzweigung.
- a) Trichome scheinverzweigt und gelegentlich auch echt verzweigt; Fäden in den älteren Teilen habituell denen der Stigonemataceen und Verwandten ähnlich (S. 141) . . . . . **Borzinemataceae**
- β) Trichome nur scheinverzweigt.
- I. Ohne Haarbildungen (S. 145) . . . . . **Scytonemataceae**
- II. Mit Haaren (S. 162) . . . . . **Rivulariaceae**
- γ) Trichome typisch unverzweigt (bei Microchaetaceen kommen ausnahmsweise Scheinverzweigungen vor).
- I. Mit Haaren (S. 162) . . . . . **Rivulariaceae**
- II. Ohne Haare.
1. Mit Heterocysten oder Dauerzellen<sup>1)</sup>.
- \* Scheiden fest; Fäden gegen den Scheitel zu verjüngt, verbreitert oder seltener überall gleich breit (S. 159) . . . . . **Microchaetaceae**
- \*\* Scheiden weich, schleimig bis zerfließend; Fäden typisch nicht polar gebaut (S. 177) . . . . . **Nostocaceae**
2. Ohne Heterocysten und Dauerzellen.
- \* Trichome von gewöhnlichem Bau (S. 193) . . . . . **Oscillatoriaceae**
- \*\* Trichome der Länge nach halbröhrenförmig eingerollt (S. 222) **Gomontiellaceae**

## Loriellaceae

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 253. — *Lorielleae*  
 Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 21 (1914) 353, pro parte.

**Wichtigste Literatur.** Borzi l. c. 23 (1916) 570ff.

**Merkmale.** Thallus festgeheftet, aus kriechenden oder aufrechten einreihigen oder im Alter mehrreihigen Fäden aufgebaut. Verzweigung meist regelmäßig dichotom, seltener auch seitlich. Heterocysten interkalar oder fehlend. Dauerzellen und Hormogonien.

Die Familie besitzt enge Beziehungen mit den vier nachfolgenden; sie unterscheidet sich von ihnen nur durch die typisch dichotome Verzweigung.

### Einteilung der Familie

- A. Fäden einreihig, aus aufrechten Fäden mit dicken Scheiden aufgebaut.
- a) Mit Heterocysten (S. 116) . . . . . 1. **Loriella**
- b) Ohne Heterocysten (S. 116) . . . . . 2. **Colteronema**
- B. Fäden im Alter mehrreihig, mit dünnen Scheiden, kriechend oder aufrecht, mit Heterocysten (S. 117) . . . . . 3. **Hyphomorpha**

<sup>1)</sup> Heterocysten fehlen nur bei den Nostocaceen *Raphidiopsis* und *Isocystis*.



1. *Loriella* Borzi in N. Notarisia (1892) 44; in N. Giorn. Bot. Ital. 23 (1916) 570; ebenda 24 (1917) Taf. VI, Fig. 1—5. — Thallus festgeheftet, rasenförmig, aus steifen, aufrechten, regelmäßig wiederholt-dichotom verzweigten, freien Fäden bestehend. Trichome einreihig, mit dicker, mehr oder weniger deutlich aus trichterig ineinandersteckenden Stücken aufgebaut, also divergierend geschichteter Scheide. Heterocysten einzeln, interkalar und an der Basis der Dichotomien, oder an der Spitze. Hormogonien zehnbisvierzehnzellig, aus den Enden der Trichome gebildet. Dauerzellen zu vielen nebeneinander, größer als die vegetativen Zellen, mit dünner glatter Wand.

Einzige Art: *L. osteophila* Borzi l. c. „auf feucht liegenden Menschenschädeln in Melanesien“, Fig. 73e, f.

Nach dem italienischen Forschungsreisenden L. Loria benannt.

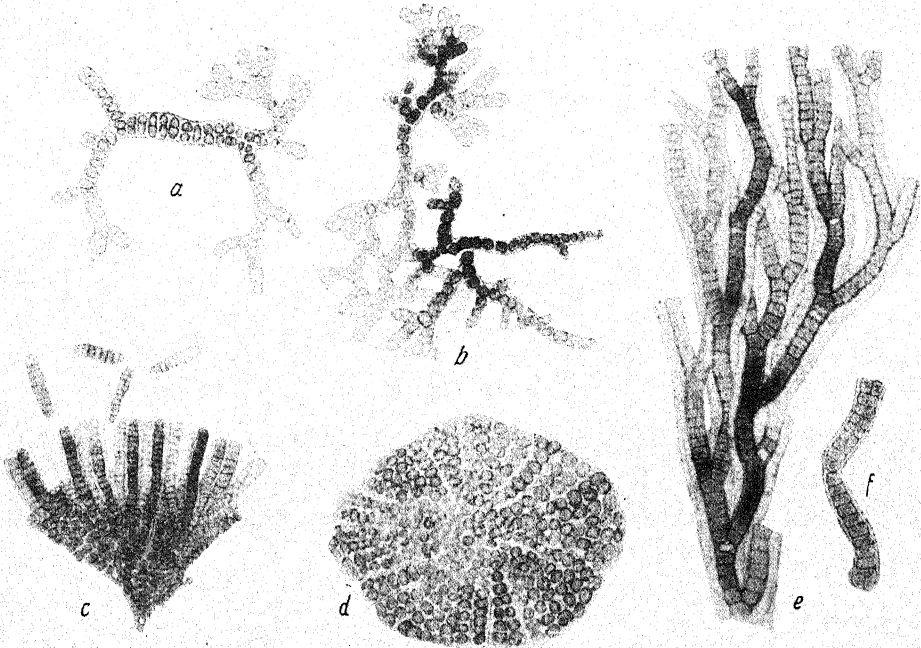


Fig. 73. a, b *Hyphomorpha antillarum* Borzi; c, d *Pulvinularia suecica* Borzi (Vertikalschnitt und Flächenansicht); e, f *Loriella osteophila* Borzi (Teil eines Thallus im Vertikalschnitt und austreibendes Hormogonium); alle  $\times 200/\text{I}$ . — Nach Borzi.

Die in der Diagnose angegebene „endständige“ Lage der Heterocysten dürfte nur sekundärer Art sein; es handelt sich wohl um ursprünglich interkalare (zweitüpfelige) Heterocysten.

Die Keimlinge der Hormogonien brechen frühzeitig in zwei Stücke, deren jedes schon auf einem wenigzelligen Stadium eine Dichotomie bildet (Fig. 73).

2. *Colteronema* Copeland in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936) 79, Fig. 37. — Thallus aus freien, mehr oder weniger horizontalen, meist seitlich verzweigten Fäden und aus aufrechten, meist dichotom verzweigten Fäden aufgebaut. Fäden zylindrisch, einreihig, mit fester, dicker Scheide. Spitzenwachstum. Keine Heterocysten. Dauerzellen unbekannt. Hormogonien aus den Astenden.

Einzige Art: *C. funebre* Copeland bildet ausgebreitete häutige oder lederige, bis 1 mm dicke Lager am Rande eines Geisers im Yellowstone National Park. Fig. 74.

Die Gattung ist nach John Colter, dem ersten Weißen, der den Yellowstone Park betrat, benannt.

Die Scheitelzellen der aufrechten Fäden sind im Vergleich zu den übrigen Fadenzellen auffallend breit (bis  $9\ \mu$  gegenüber  $3-5,3\ \mu$ ). Die Hormogonien sind wenigzellig. Über die Entwicklungsgeschichte ist noch nichts Näheres bekannt. Die Gattung findet ihre ungezwungene Einreihung, wie auch Copeland meint, bei den Loriellaceen.

3. **Hyphomorpha** Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 23 (1916) 582; 24 (1917) Taf. VI, Fig. 10, 11, Taf. VII. Fig. 12—17. — Thallus aus kriechenden oder aufrechten, im Alter mehrreihigen Fäden aufgebaut. Verzweigung in den älteren Teilen seitlich, in den jüngsten

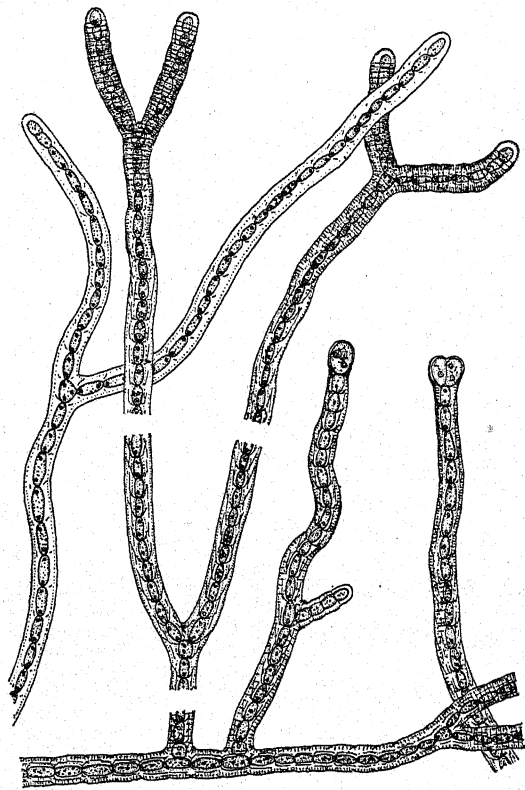


Fig. 74. *Colteronema funebre* Copeland, dichotom und seitlich verzweigte Fäden ( $630/\lambda$ ). — Nach Copeland.

dichotom. Scheiden dünn. Heterocysten, Hormogonien, Chroococcalen-Stadium. Dauerzellen unbekannt.

Ableitung des Namens von *ὥφη* (Gewebe) und *μορφή* (Gestalt, Form).

Die Leitart, *H. antillarum* Borzi l. c., besteht aus kriechenden, dichotom verzweigten, im Alter mehrreihigen Fäden, die in den älteren Abschnitten Adventivseitenzweige ausbilden; sie wurde bisher epiphytisch auf einem Lebermoos (*Trichocolea*) auf den Antillen gefunden. Fig. 73a, b.

Eine zweite Art, *H. Perrieri* Frémy von Baumrinden aus Madagaskar, unterscheidet sich von der Leitart dadurch, daß das Lager aus aufrechten Fäden besteht, wodurch ein abweichender Habitus zustande kommt.

## Pulvinulariaceae

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 254.

**Merkmale.** Thallus festgeheftet, in der Jugend eine einschichtige, mehr oder weniger kreisrunde, nematoparenchymatische Zellscheibe bildend, die aus radiär verlaufenden, seitlich miteinander verwachsenen Fäden aufgebaut ist, im Alter mehr oder weniger halbkugelig, aus aufrechten, parallel oder radial verlaufenden, seitlich miteinander verwachsenen Fäden bestehend. Trichome einreihig oder auf kurze Strecken hin zweireihig, regelmäßig dichotom verzweigt. Heterocysten interkalar. Hormogonien. Dauerzellen unbekannt.

Die Familie ist der vorhergehenden sehr ähnlich, die Vereinigung der einzigen Gattung *Pulvinularia* mit ihr ließe sich daher rechtfertigen; Borzi stellt die Gattung zusammen mit *Loriella* und *Hyphomorpha* zu den *Lorielleae*. Der einzige Unterschied gegenüber den Lorielleaceen besteht in der dichten seitlichen Vereinigung der Fäden und dem bezeichnenden Aussehen des Thallus.

Einzige Gattung:

**Pulvinularia** Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 574, Taf. VI, Fig. 6—9. — Mit den Merkmalen der Familie.

Ableitung des Namens von pulvinus (Polster).

Einzige Art: *P. suecica* Borzi l. c. auf *Fontinalis* in einem schwedischen See. Fig. 73 c, d.

Die Entwicklungsgeschichte wurde von Borzi näher untersucht. Die Keimlinge der Hormogonien werden frühzeitig zweireihig; die Dichotomien treten verhältnismäßig spät auf.

## Capsosiraceae

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 255. — *Capsosiraceae*  
Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 21 (1914) 353 als Subtribus.

**Merkmale.** Thallus festgeheftet, größtenteils aus aufrechten, aus einer Sohle entspringenden und seitlich mehr oder weniger vereinigten Fäden aufgebaut. Fäden subdichotom oder seitlich verzweigt, meist einreihig, stellenweise zweireihig oder selten mehrreihig. Heterocysten vorhanden und interkalar, oder fehlend. Dauerzellen, Planokoken, Chroococcalen-Stadien bei einigen Gattungen.

Die Familie schließt sich eng an die beiden vorhergehenden an. Bei einigen Gattungen sind Hormogonien nicht beobachtet worden; nach dem allgemeinen Aussehen kann die Zugehörigkeit zu den Hormogonalen aber als gesichert gelten, wenn auch z. B. *Desmosiphon* manche Anklänge an die Pleurocapsale *Siphononema* besitzt.

### Einteilung der Familie

- A. Thallus krustenförmig hautartig; keine Heterocysten.
  - a) Aufrechte Fäden mehr oder weniger frei (S. 118) . . . . . 1. *Desmosiphon*
  - b) Aufrechte Fäden völlig verwachsen (S. 119) . . . . . 2. *Nematoplaca*
- B. Thallus krustenförmig gelatinös, aufrechte Fäden nicht verwachsen, aber eng seitlich zusammenschließend; mit oder ohne Heterocysten (S. 120). . 3. *Stauromatonema*
- C. Thallus mehr oder weniger halbkugelig gallertig, aufrechte Fäden nicht verwachsen.
  - a) Mit Heterocysten (S. 121) . . . . . 4. *Capsosira*
  - b) Ohne Heterocysten (S. 121) . . . . . 5. *Letestuinema*

1. *Desmosiphon* Borzi in Atti Congr. Nat. Milano 1907; in N. Giorn. Bot. Ital. 23 (1916) 578; 24 (1917) Taf. X, Fig. 48—50. — Thallus festgeheftet, krustenförmig, mit kreisförmigem Umriss, schwarzpurpurne Flecke bildend. Aufrechte Fäden wiederholt subdichotom oder seitlich verzweigt, einreihig, nur stellenweise zweireihig; an der Basis mit mehr oder weniger kugelligen, an den Enden mit längeren und schmälere Zellen.

Scheiden eng. Heterocysten fehlen. Hormogonien und Dauerzellen unbekannt. Planokokken einzeln, zu zweien oder seltener zu mehreren aus den Enden der aufrechten Zweige. Chroococcalen-Stadium durch Isolierung und abwechselnde Teilung nach drei Raumrichtungen der basalen, ältesten Zellen des Thallus gebildet.

Ableitung des Namens von *δεσμος* (Bündel) und *σιφων* (Schlauch).

Einzige Art: *D. maculans* Borzi l. c. an überrieselten Felsen in Sizilien und auf Steinen und Pflanzenstengeln in schwedischen Seen. Fig. 75.

Die Alge wurde von Borzi an lebendem Material genau untersucht. Die aktive Bewegung der Planokokken ist sichergestellt. Hormogonien wurden noch nicht beobachtet, können aber unter bestimmten Umständen vermutlich gebildet werden.

**2. Nematoplaca** Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 628; Suppl. XIV (1935) 415, Fig. 46, 47. — Thallus von nematoparenchymatischem Aufbau, aus Sohle und aufrechten Fäden bestehend. Fäden im Alter mehrreihig, seitlich oder scheindichotom verzweigt, dicht zusammenschließend und ein scheinbares Parenchym bildend, der Fadenverlauf meist deutlich erkennbar. Aufrechte Fäden mehr oder weniger parallel, wiederholt verzweigt, am Scheitel schmaler als an der Basis, in der Regel mit zugespitzter, abgerundet kegelförmiger Endzelle. Hormogonaler Zusammenhang der Fadenzellen in fixiertem Material meist gut

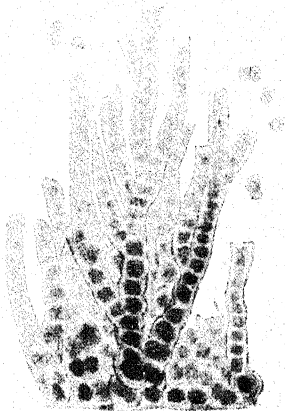


Fig. 75. *Desmosiphon maculans* Borzi, Vertikalschnitt durch einen Thallus in Planokokkenbildung ( $300\times$ ). — Nach Borzi.

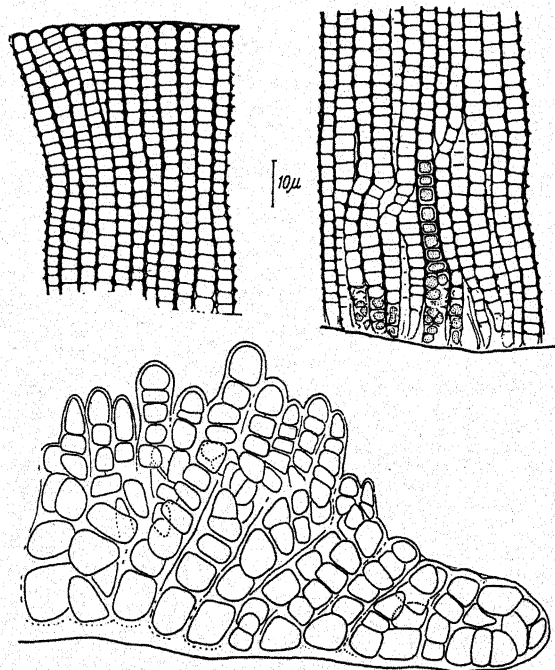


Fig. 76. Oben: *Stauronema minutissimum* Geitl., oberer und basaler Teil eines Thallus im Vertikalschnitt; unten: Vertikalschnitt durch den Rand eines Thallus von *Nematoplaca incrustans* Geitl. — Nach Geitler und Ruttner.

erkennbar, aber Hormogonien unbekannt. Heterocysten fehlen. Membranen fest und ziemlich dick, selten leicht schleimig.

Ableitung des Namens von *νημα* (Faden) und *πλαξ, πλακος* (Fläche).

Einzigste Art: *N. incrustans* Geitl. l. c. an Gesteinsblöcken in Bächen auf Mittelsumatra. Fig. 76.

Die Entwicklung der Art beginnt mit der Ausbildung einer Sohle, die aus unregelmäßig parallelen oder radiären Fäden aufgebaut ist; die Fäden sind verzweigt und mehrreihig und bilden schließlich aufrechte Seitenäste, die von Anfang an seitlich verwachsen sind.

3. *Stauromatonema* Frémy in Arch. de Bot. 3 (1930) 385, em. Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV (1935) 412. — Thallus krustenförmig, fest, leicht schleimig, flach ausgebreitet. Jugendstadien aus mehr oder weniger unregelmäßig gewundenen Kriechfäden bestehend, die durch longitudinale und schiefe Teilungen pseudoparenchymatische, unregelmäßige Sohlen bilden. Von diesen wachsen aufwärts parallele, seitlich eng zusammenschließende, aber nicht völlig verwachsene, sondern durch Druck leicht trennbare Fäden. Der Bau der vollentwickelten Thalli stimmt weitgehend mit dem der Rhodophyceen *Hildenbrandia* überein: aufrechte Fäden größtenteils einreihig, an der Basis leicht verjüngt und oft rhizoidenartig ausgebildet, spärlich seitlich bis scheindichotom verzweigt, die Zweige den Hauptfäden angepreßt, parallel. Membranen fest oder leicht gallertig, eng; Längswände dicker als die Querswände, Differenzierung in Trichom und Scheide kaum ausgeprägt. Heterocysten interkalar, bei einer Art fehlend. Hormogonien unbekannt. Gonidien? Planokokken?

Fig. 77. *Capsosira Brebissonii* Kütz., Lager in  $\frac{1}{2}$  der nat. Gr., vegetative Fäden ( $\frac{150}{1}$ ) und Dauerzellen (?) ( $\frac{150}{1}$ ). — Nach Borzi.

bränen fest oder leicht gallertig, eng; Längswände dicker als die Querswände, Differenzierung in Trichom und Scheide kaum ausgeprägt. Heterocysten interkalar, bei einer Art fehlend. Hormogonien unbekannt. Gonidien? Planokokken?

Ableitung des Namens: *σταυρωμα* (Pfahlwerk, Verschanzung), *νημα* (Faden).

Leitart: *St. viride* Frémy l. c. 390, Fig. 321, em. Geitler l. c. 413, Fig. 41—43, in Bächen, seltener auch in Seen, in Äquatorialafrika und Niederl.-Indien; ihr ähnlich und an den gleichen Standorten *St. nigrum* Frémy; *St. minutissimum* Geitl. mit kleineren Zellen und im Gegensatz zu den anderen beiden Arten ohne Heterocysten (Fig. 76).

Die Unterschiede gegenüber *Capsosira* sind gering und vor allem habitueler Art. Die Tatsache, daß im Gegensatz zu *Capsosira* bei *St.* noch keine Hormogonien beobachtet worden sind, kann nicht als Unterschied, wie Frémy will, betrachtet werden.

Die Arten stellen im wesentlichen Parallelförmigkeiten dar. Die Verzweigung ist nicht, wie Frémy angibt, dichotom, sondern scheindichotom (die Äste entstehen nicht durch Längsteilung der Scheitelzelle). Nach Frémy sollen Planokokken, d. h. aktiv bewegliche Fortpflanzungszellen vorkommen; da ihm nur totes Material vorlag, kann diese Angabe eo ipso nicht stichhaltig sein. Einzelne austretende Protoplasten der Endzellen, die Frémy als „Planokokken“ abbildet, können ebensogut Gonidien sein, wenn es sich nicht überhaupt um Zellen handelt, die bei der Präparation ausgedrückt wurden.

Die Arten können infolge ihres auffallenden Habitus kaum übersehen oder verwechselt werden;

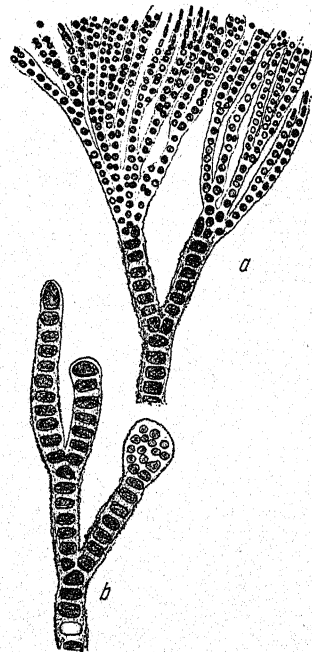


Fig. 78. *Letestuinema gabonense* Frémy, Fadenenden ( $\frac{400}{1}$ ). — Nach Frémy.

es handelt sich offenbar um typische Besiedler warmer Bäche in den Tropen der Alten Welt.

4. **Capsosira** Kützing, Spec. Alg. (1849) 344, ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7 sér. V (1887) 79. — Thallus festgeheftet, halbkugelig oder polsterförmig, gallertig, im Innern manchmal konzentrisch gezont, aus basalen, in tote Zellen von Wasserpflanzen u. dgl. eindringenden, unregelmäßig gewundenen, kurzen Fäden und aus aufrechten Fäden aufgebaut. Aufrechte Fäden lang, größtenteils einreihig, wiederholt subdichotom und seitlich verzweigt, mehr oder weniger parallel oder radiär verlaufend, dicht gedrängt, mit angepreßten Seitenzweigen. Heterocysten interkalar oder lateral. Hormogonien aus den Enden der aufrechten Fäden gebildet, zehn- bis zwanzigzellig. Dauerzellen (?) mit fester, dicker, brauner Wand. Chroococcalen-Stadium.

Ableitung des Namens: capsä (Behälter,) *œîga* (Kette).

Einzigste Art: *C. Brebissonii* Kütz. ex Bornet et Flahault l. c. in stehenden und fließenden Gewässern in Europa (Deutschland, Frankreich, Schweden), Äquatorial-Afrika, Nord- und Südamerika, Australien, vielleicht auch in Java, also anscheinend kosmopolitisch, aber wohl überall selten und nur ganz lokal auftretend. Fig. 77.

5. **Letestuinema** Frémy in Arch. de Bot. 3 (1930) 390. — Thallus festgeheftet, ungefähr halbkugelig, gallertig, fest; Fäden annähernd gerade, dicht gedrängt, radiär angeordnet, scheinlichotom verzweigt. Trichome nicht oder kaum torulös; Zellen fast quadratisch oder rechteckig. Heterocysten fehlen. Hormogonien nicht beobachtet. Gonidien (?).

Benennung nach dem damaligen Administrator der französischen Kolonien G. Le Testu.

Leitart: *L. gabonense* Frémy l. c. 393, Fig. 322, in schnellfließendem Wasser in Äquatorialafrika. Fig. 78.

Die sog. Gonidienbildung, die Frémy angibt, macht nach der Abbildung einen pathologischen Eindruck; bei der zweiten Art, *L. perpusillum* Frémy von gleichen Standorten, scheinen die Gonidienketten Epiphyten zu sein. Außer diesen Gonidien beobachtete Frémy noch Zerfall der Endzellen innerhalb der erweiterten Scheide und bezeichnet diese Bildungen entgegen der üblichen Terminologie als Hormocysten. Die Verhältnisse bedürfen erneuter Untersuchung an neuem, wenn möglich lebendem Material.

## Stigonemataceae

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 259. — *Stigonemataceae* Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 80 pro parte. — *Eustigonemaeae* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 21 (1914) 353. — *Stigonemaceae* Hassall, Brit. Freshw. Alg. (1845) 227 pro parte. — *Sirosiophoniaceae* Rabenh. Fl. Eur. Alg. II (1865) 283 pro parte.

**Merkmale.** Thallus aus freien Fäden aufgebaut, die meistens nicht zu regelmäßigen Bildungen zusammenschließen, aber manchmal Bündel bilden. Fäden mehr oder weniger regelmäßig seitlich verzweigt, einreihig oder zwei- bis mehrreihig, oft mit deutlichem Dimorphismus der Hauptfäden und Seitenzweige: Seitenzweige häufig schmaler und mit relativ längeren Zellen als die Hauptfäden, erstere oft aufrecht und Hormogonien bildend, letztere niederliegend und Dauerzellen oder Chroococcalen-Stadien bildend. Bei einigen Formen deutliches Scheitelzellwachstum mit Segmentierung. Verzweigung typischerweise durch Auftreten von Längswänden im Hauptfaden (z. B. bei *Stigonema*), oder durch Abgliederung einer seitlichen Ausstülpung der Zellen (z. B. bei *Hapalosiphon*). Heterocysten interkalar, in mehrreihigen Fäden lateral, oder terminal, aber nie „gestielt“ (am Ende besonderer Seitenzweige). Hormogonien. Dauerzellen und Hormocysten bei einigen Gattungen. Chroococcalen-Stadien.

Die Stigonemataceen umfassen zum Teil Formen (einige großzellige *Stigonema*-Arten), die äußerlich an manche Bangiaceen erinnern. Die hormogonale Organisation, d. h. die typische Ausbildung von Trichomen in Scheiden, ist oft nur in den jüngsten, wachsenden Thallusteilen deutlich ausgeprägt, während in den alten Thallusabschnitten die Zellen sich mehr oder weniger voneinander isolieren und vielfach auch *Gloeocapsa*-artige Gallerthüllen ausbilden, so daß die richtige Zugehörigkeit solcher einzelner Teile



oft nicht ohne weiteres klar ist. Hierin drückt sich vielleicht eine nähere Verwandtschaft mit *Siphononema* aus. Im übrigen ist die Familie eng mit den vorhergehenden und nachfolgenden verbunden.

Die Abgrenzung einiger Gattungen gegeneinander — besonders von *Hapalosiphon* und *Fischerella* — ist künstlich.

Die Stigonemataceen sind — abgesehen von der monotypischen *Matteia* — ausnahmslos Süßwasserbewohner. Die meisten leben in sauren Gewässern, meiden also Kalk. *Stigonema*-Arten, die „an Kalkfelsen“ beobachtet wurden, dürften auf saurem Rohhumus, auf Moosen oder auf anderen Unterlagern, welche die Kalkwirkung abschirmen, vorkommen. Viele Arten besiedeln Wiesen- und Hochmoore, kalkarmes Gestein, Baumrinden u. dgl.

### Einteilung der Familie

#### A. Thallus nicht endolithisch.

##### a) Hauptfäden und Seitenzweige bzw. ihre Trichome einander gleich oder wenig verschieden.

α) Fäden größtenteils, zumindest in den alten Thallusabschnitten, zwei- oder mehrreihig (S. 122) . . . . . 1. **Stigonema**

##### β) Fäden typisch einreihig.

I. Fäden torulös (S. 125) . . . . . 2. **Sommierella**

##### II. Fäden zylindrisch.

##### 1. Mit Heterocysten.

\* Ohne Hormocysten (S. 125) . . . . . 3. **Hapalosiphon**

\*\* Mit Hormocysten (S. 126) . . . . . 4. **Westiella**

2. Ohne Heterocysten (S. 127) . . . . . 5. **Albrightia**

##### b) Hauptfäden und Seitenzweige bzw. ihre Trichome verschieden.

##### α) Fäden frei.

I. Thallus aus kriechenden, torulösen, meist mehrreihigen Fäden bestehend, die auf der Oberseite mit zylindrischen Seitenzweigen besetzt sind; mit Heterocysten<sup>1)</sup> (S. 127) . . . . . 6. **Fischerella**

II. Thallus durchweg aus aufrechten Fäden bestehend; keine Heterocysten (S. 129) . . . . . 7. **Dollicatella**

##### β) Fäden zu Bündeln verklebt.

I. Thallus hauptsächlich aus liegenden Fäden aufgebaut, ohne Hormocysten (S. 130) . . . . . 8. **Thalpophila**

II. Thallus hauptsächlich aus aufrechten Fäden aufgebaut, mit Hormocysten (S. 130) . . . . . 9. **Leptopogon**

#### B. Thallus endolithisch, in marinen Schnecken- und Muschelschalen (S. 130) . . . . 10. **Matteia**

1. **Stigonema** Agardh, Syst. Alg. (1824) XXII, ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7 sér. V (1887) 62 pro parte (ohne Subg. *Fischerella*). — *Siroisiphon* Kützinger, Phyc. Gen. (1843) 219, ex Bornet et Flahault l. c. 67. — Thallus aus freien, unregelmäßig seitlich verzweigten, verschieden gekrümmten Fäden aufgebaut, rasenförmig oder krustig. Fäden wenigstens in den älteren Teilen zwei- bis vielreihig, oft mit großer Scheitelzelle. Seitenzweige infolge ihres niedrigeren Alters wenigerreihig und daher schmaler als die Hauptfäden, oft Hormogonien bildend. Scheiden meist nur in der Jugend eng und zylindrisch, im Alter weit und unregelmäßig; ältere Zellen meist mit *Gloeocapsa*-artigen Hüllen. Heterocysten interkalar oder lateral. Hormogonien aus den Enden der jüngsten Seitenzweige gebildet, oft nur zwei- bis wenigzellig, seltener vielzellig. Alte Thallusabschnitte gehen oft in ein *Gloeocapsa*-artiges Chroococcalen-Stadium über.

Ableitung des Namens: *στίξιν* (beflecken, betüpfeln), *μηνα* (Faden).

Wichtigste Literatur. Bornet et Flahault, l. c. — A. Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. XI (1879) 383; 24 (1917) 65. — Geitler in Rabenh. Krypt.-Fl. XIV (1931) 495 ff.

<sup>1)</sup> Vgl. auch *Hapalosiphon*.

Leitart: *St. mamillosum* Agardh ex Bornet et Flahault mit vielreihigen, bis über 100  $\mu$  breiten Hauptfäden, an feuchten Felsen und in fließendem Wasser, anscheinend kosmopolitisch. Das habituelle Aussehen ist je nach dem Standort sehr verschieden; die Felsenformen haben meist dicke, stark pigmentierte (braune bis fast schwarze) und geschichtete Membranen (Fig. 10), während die Wasserformen farblose, gallertige Hüllen bilden. Das gleiche gilt auch für andere Arten.

Im ganzen etwa 20–25 Arten an Felsen, auf Erde, in Sümpfen, Hochmooren u. dgl., mehrere kosmopolitisch, zum Teil systematisch schwer gegeneinander abzugrenzen und mit mehr oder weniger unsicheren „Merkmalen“. Viele Arten werden lichenisiert, wobei die Alge zum Teil etwas verändert wird, der Gesamthabitus aber der gleiche bleibt; die häufigste einheimische Flechtengattung mit *Stigonema*-Gonidien ist *Ephebe* (*E. lanata* auf Urgesteinsfelsen).

Die Verzweigung geht typisch auf Längsteilung einer Zelle zurück.

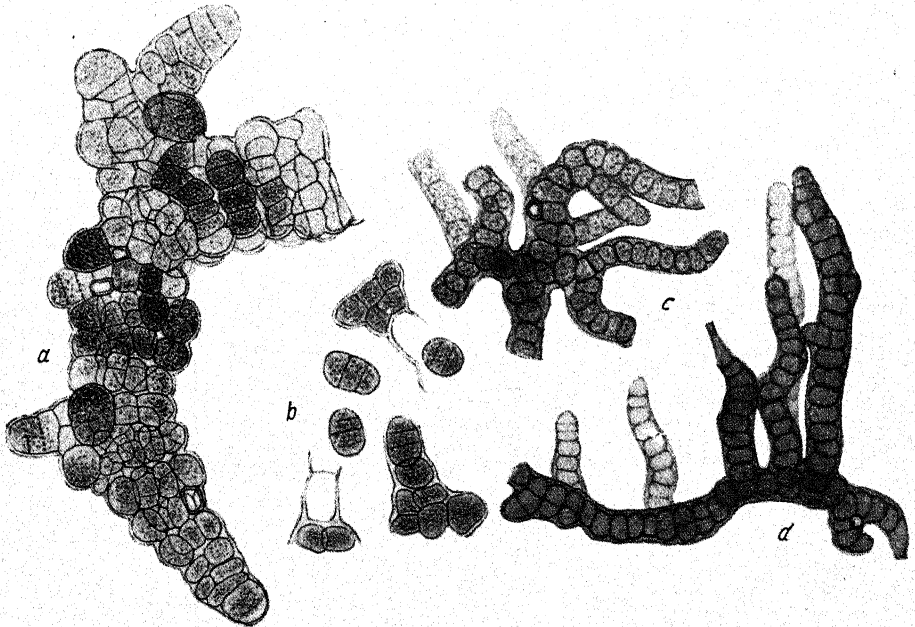


Fig. 79. a, b *Stigonema minutissimum* Borzi, a Fadenende, b austretende und ausgetretene Hormogonien ( $300\times$ ); c, d *Stigonema hormoides* var. *africanum* F. E. Fritsch. — a, b nach Borzi, c, d nach Geitler.

Die Gruppierung der Arten erfolgt im wesentlichen nach der vorherrschenden oder zurücktretenden Mehrreihigkeit der Hauptfäden, nach der Trichom- und Fadenbreite und dem Aussehen der Hormogonien.

**A. Fäden größtenteils einreihig.** — **Aa.** Fäden höchstens bis 16  $\mu$  breit: *St. hormoides* (Kütz.) Bornet et Flahault mit mehreren Varietäten, an Urgesteinsfelsen, auf Torfboden oder submers, kosmopolitisch (Fig. 79 c, d). — **Ab.** Fäden wesentlich breiter. — **Ab $\alpha$ .** Fäden in Büscheln vereinigt: *St. panniforme* (Agardh) Bornet et Flahault, kosmopolitisch auf feuchter Erde usw. — **Ab $\beta$ .** Fäden frei: *St. ocellatum* Thuret ex Bornet et Flahault, typische Hochmoorform, auch an Felsen auf Moosen usw., kosmopolitisch.

**B. Fäden größtenteils mehrreihig.** — **Ba.** Fäden 10–18  $\mu$  breit, Hormogonien sehr kurz: *St. minutissimum* Borzi auf Baumstrünken (hauptsächlich von Ölbäumen) im Mittelmeergebiet (Fig. 79 a, b). — **Bb.** Fäden bis 30  $\mu$ , seltener in alten Abschnitten bis 40  $\mu$  breit: *St. minutum* (Hassall) Bornet et Flahault, typischer Besiedler von trockenen Urgesteinsfelsen in den Alpen, auch auf Schindeldächern usw., kosmopolitisch. — **Bc.** Fäden über 40  $\mu$  breit: *St. mamillosum* (s. oben); ähnlich *St. informe* Kützing ex Bornet et Flahault in Mooren, auf Moosen an feuchten Felsen, kosmopolitisch.



Fig. 80. a *Sommierella cosσυvensis* Borzi ( $300\times$ ); b *Matteia conchicola* Borzi ( $300\times$ ); c *Leptopogon intricatus* (A. Br.) Borzi, aufrechte Fäden in Hormocystenbildung und — unten — austreibende Hormocysten ( $300\times$ ); d, e *Thalpophila cosσυvensis* Borzi, Dauerzellen (d) und Thallusteil ( $200\times$ ); f *Westiella intricata* Borzi mit Hormocysten. — Nach Borzi.

2. *Sommierella* Borzi in Atti Congr. Nat. Milano 1907; in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 79, Taf. X, Fig. 56. — Thallus aus freien, gewundenen, unregelmäßig seitlich verzweigten, torulösen, einreihigen Fäden bestehend. Heterocysten interkalar oder lateral. Hormogonien unbekannt.

Benannt nach dem Botaniker S. Sommier.

Borzi stellte die Gattung ursprünglich auf Grund der Art *S. hormoides* auf, welche offenbar identisch mit *Stigonema hormoides* Kützinger ist. Diese Art ist aber, wie auch Frémy meint, besser bei *Stigonema* zu belassen; die Einreihigkeit der Fäden stellt nur ein extremes Wachstumsstadium an gewissen Standorten dar. Die Grenzen zwischen den beiden Gattungen sind allerdings auf keinen Fall scharf.

Einzige Art: *S. cossyrensis* Borzi l. c. (1917) an vulkanischen Felsen, die von warmem Wasser überrieselt sind, auf der Insel Pantellaria. Fig. 80a. Die Art unterscheidet sich nur wenig von *Stigonema hormoides*.

Borzi beschreibt das Ablösen einzelner, wenigzelliger Fäden, die er als Hormocysten bezeichnet. Da es sich um morphologisch kaum differenzierte Gebilde handelt, ist eine

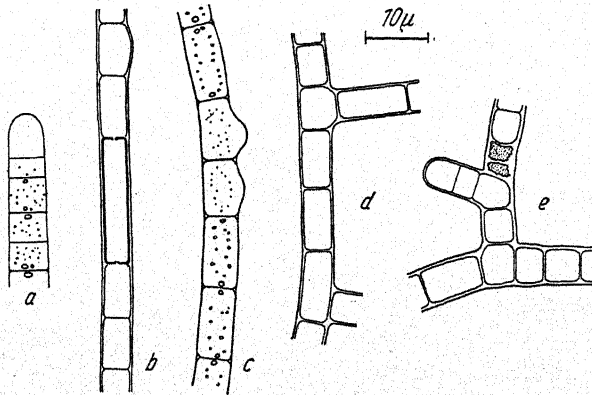


Fig. 81. Verschiedene Ausbildung der Fäden von *Hapalosiphon hibernicus* W. et G. S. West; a Fadenende (Meristem); b älterer Abschnitt eines Astes mit lang ausgewachsener Heterocyste; c relativer Hauptfaden mit zwei Zellen, die sich zur Astbildung anschicken; d Hauptfaden und Basis zweier Äste; e vorgetauschte echte Verzweigung (Scheinverzweigung) an zwei zugrunde gegangenen Zellen. — Nach Geitler.

besondere Bezeichnung in diesem Fall vielleicht nicht angebracht. Die abgelösten Stücke wachsen bei der Keimung zu gewöhnlichen Fäden aus. Aus alten Thallusabschnitten können sich Chroococcalen-Stadien vom Aussehen einer *Gloeocapsa* entwickeln, wie dies auch bei *Stigonema*-Arten vorkommt.

3. *Hapalosiphon* Nägeli in Kützinger, Sp. Alg. (1849) 894, ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 54, em. Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 83 (exkl. *H. laminosus* Hansgirg = *Mastigocladus laminosus* Cohn). — *Hapalosiphon* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 90 pro parte (exkl. *Fischerella*). — *Lunoevia* Sukatschew in Journ. Bot. Soc. Imp. Nat. St. Pétersbourg 3 (1908) 124, sec. Elenkin. — Thallus aus freien, unregelmäßig seitlich, oft nur einseitig verzweigten Fäden bestehend; ausnahmsweise Scheinastbildung nach Art von *Scytonemataceen*. Hauptfäden typisch einreihig, höchstens mit einzelnen längsgeteilten interkalaren Zellen. Zweige wie die Hauptfäden gestaltet, aber oft etwas dünner. Scheiden meist eng. Heterocysten interkalar, ausnahmsweise lateral. Hormogonien in der Regel aus den Seitenzweigen gebildet. Manchmal Dauerzellen.

Ableitung des Namens von *απαλος* (zart) und *σινωον* (Schlauch).

Leitart: *H. fontinalis* (Agardh) Bornet in Bull. Soc. Bot. France 36 (1889) 156 (= *H. pumilus* Kirchner bei Bornet et Flahault l. c. 61; *H. Braunii* Nägeli l. c.) bildet flockig büschelige, festsitzende oder im Alter freischwimmende Thalli in Hochmooren, kosmopolitisch. Die Art ist sehr polymorph, es lassen sich dementsprechend mehrere

Varietäten unterscheiden. Sie tritt gelegentlich auch in Thermen — offenbar immer in sehr kühlen — auf, ist aber jedenfalls keine typische Thermalalge, wie auch Copeland (in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936) 85) betont. Var. *globosus* Nordstedt (= *Lunoevia sphaerica* Sukatschew l. c.) bildet bis 5 cm große, kugelige, freischwimmende Lager in einem See im europäischen Rußland. Elenkin (in Bull. Jard. Imp. Bot. Pierre le Grand 16, 1916, 38) will die ähnlichen, anscheinend nur in der Fadenbreite verschiedenen Arten *H. intricatus* W. et G. S. West und *H. hibernicus* W. et G. S. West (Fig. 81) mit ihr vereinigen; sie wachsen ebenfalls in Hochmooren und Sümpfen.

Im ganzen sind etwa 12 Arten bekannt, die sich sehr ähnlich sehen, und von welchen einige vielleicht besser zu *Fischerella* zu stellen wären, da die Hauptfäden ziemlich deutlich in der für diese Gattung bezeichnenden Weise anders gebaut sind als die Seitenäste. Die Grenzen zwischen beiden Gattungen sind naturgemäß fließend, weshalb sie Borzi l. c. auch zusammengezogen hat. — *Westiella* unterscheidet sich von *H.* hauptsächlich durch das Vorhandensein von Hormocysten.

Die Verzweigung beginnt typischerweise mit der Bildung einer seitlichen Ausstülpung, die in die Länge wächst und nachträglich von einer Wand abgegliedert wird (Fig. 81).

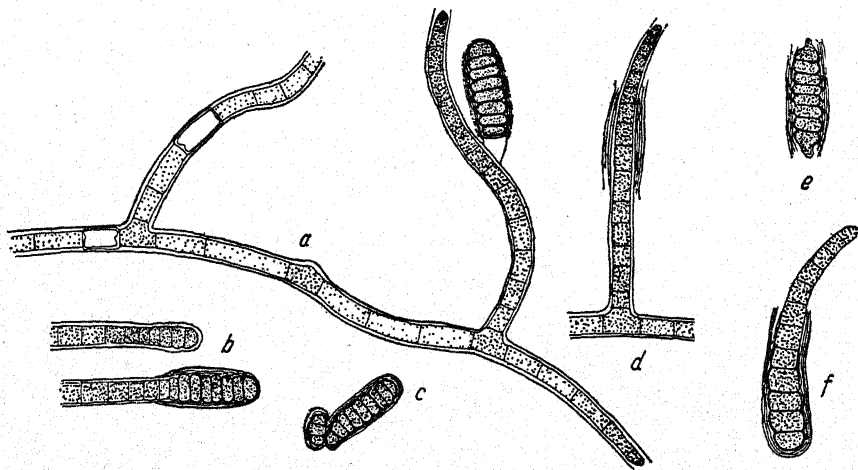


Fig. 82. *Westiella lanosa* Frémy. *a* Faden mit seitenständiger Hormocyste am Seitenast; *b* endständige, *c* isolierte Hormocysten; *d* nicht abgefallene, wieder austreibende Hormocyste; *e*, *f* abgefallene, keimende Hormocysten. — Nach Frémy.

Das Verhalten ist also das gleiche wie bei *Pleurocapsalen*, aber verschieden von dem von *Stigonema*, wo die Verzweigung von einer Längsteilung im Hauptfaden eingeleitet wird. Habituell bezeichnend ist für viele Arten die langzylindrische Form der Zellen der Äste.

4. *Westiella* Borzi in Atti Congr. Nat. Milano 1907; in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 84. — Thallus aus freien, verschieden gewundenen, unregelmäßig seitlich verzweigten, immer einreihigen Fäden bestehend. Seitenzweige an den Enden manchmal leicht verzweigt. Hauptfäden und Äste zylindrisch, gleich gebaut. Heterocysten interkalar, nie seitlich. Hormogonien aus den Enden der Äste gebildet. Hormocysten terminal oder interkalar, einzeln oder bis zu vieren hintereinander, zwei- bis zwölffellig. Dauerzellen?

Benannt nach dem englischen Algologen G. S. West.

Wichtigste Literatur. Borzi l. c. 1917. — P. Frémy in Rev. Algol. 1, 1924, 41; Arch. de Bot. 3, 1930, 435.

Leitart: *W. intricata* Borzi, l. c. (1917) Taf. 9, Fig. 42, 43, an vulkanischen Felsen in den Dämpfen heißer Quellen auf der Insel Pantellaria. Fig. 80f. Eine zweite sehr ähnliche Art, *W. lanosa* Frémy, auf feuchter Erde in Äquatorialafrika. Fig. 82.

Die Gattung unterscheidet sich von *Hapalosiphon* nur durch die Bildung charakteristischer Hormocysten (Borzi und Frémy sprechen von Hormosporen). Beide Arten

scheinen eine sehr beschränkte Verbreitung zu besitzen; da sie aber in sterilem Zustand für *Hapalosiphon*-Arten gehalten werden müssen und vielleicht manche aërophytisch wachsende *Hapalosiphon*-Arten zu *Westiella* gehören, läßt sich vorläufig nichts Sicheres sagen. Von dem Aussehen, der Bildung und Keimung der eigentümlichen Hormocysten geben die Abbildungen eine Vorstellung; sie können auch, statt sich abzulösen, auf der Mutterpflanze auskeimen, ohne daß das Trichom unterbrochen wird, so daß eine Art von Durchwachsung zustande kommt (Fig. 82d). Bei *W. lanosa* fand Frémy kleine dickhäutige Zellen, die vielleicht Dauerzellen sind; eine Keimung wurde nicht beobachtet.

5. **Albrighitia** Copeland in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936) 85. — Thallus aus freien, seitlich verzweigten Fäden bestehend. Fäden mehr oder weniger gleichartig, zylindrisch, einreihig, mit Spitzenwachstum. Äste gleich dick und gleich gestaltet wie die Hauptfäden. Scheiden dick, fest, homogen oder geschichtet. Keine Heterocysten; Dauerzellen unbekannt. Hormogonien wenigzellig. Chroococcalen-Stadium.

Nach dem damaligen Direktor des Yellowstone National Park H. M. Albright benannt.

Einzigste Art: *A. tortuosa* Copeland, bildet unscheinbare Lager auf den Lagern anderer Blaualgen in mäßig heißen, alkalischen Thermen im Yellowstone Park. Fig. 83.

Dassog. Chroococcalenstadium ist nur wenig ausgeprägt; es handelt sich im wesentlichen um zweizellige Gruppen (Fig. 83 links oben). Die Hormogonien sind meist nur zweizellig (?) und werden anscheinend selten gebildet.

6. **Fischerella** (Bornet et Flahault) Gomont in Journ. de Bot. 9 (1895) 52. — *Fischera* Schwabe in Linnaea 11 (1837) 124. — *Fischerella* Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 66 als Subg. von *Stigonema*. — *Hapalosiphon* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 90 pro parte. — *Fischerellopsis* F. E. Fritsch in J. of Bot. 70 (1932) 129. — Thallus aus kriechenden, zum größten Teil oder nur stellenweise mehrreihigen, seltener einreihigen Fäden bestehend, die einseitig aufrechte Seitenzweige von abweichendem Bau tragen; Scheiden der alten Fäden meist weit; Zellen der alten Fäden oft mit *Gloeocapsa*-artigen Hüllen. Hormogonien aus den Enden der Äste gebildet. Heterocysten interkalar oder lateral. Bei einigen Arten Dauerzellen.

Ableitung des Namens von der nach dem Algologen Fischer benannten Gattung *Fischera* Schwabe.

Wichtigste Literatur. A. Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 11 (1879) 383. — E. Bornet et G. Thuret, Notes algologiques, Paris 1876, 1880. — M. Gomont l. c. — P. Frémy in Arch. de Bot. 3 (1930) 439ff. — L. Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV (1935) 426.

Leitart: *F. thermalis* (Schwabe) Gomont (= *Fischera thermalis* Schwabe l. c. = *Stigonema thermale* Borzi l. c.) bildet filzig-polsterförmige Lager am Rande von Thermen, an feuchten Felsen usw., kosmopolitisch. Frémy l. c. erwähnt das Vorkommen stark vergrößelter einzelner Zellen im Fadenverlauf, die vielleicht Dauerzellen sind.

Die Gattung ist nur graduell von *Hapalosiphon* und *Stigonema* verschieden. *Fischerellopsis* F. E. Fritsch soll sich von ihr dadurch unterscheiden, daß Scheinverzweigungen auftreten und daß die Seitenäste nahezu ganz zur Hormogonienbildung aufgebraucht werden; die Hormogonien sollen bei *Fischerellopsis Harrisii* Fritsch l. c. einzellig sein. Eine Nachuntersuchung des Materials ergab, daß die langen Hormogonien ganz normal vielzellig sind und die im Formolmaterial schwer sichtbaren Querwände übersehen wurden (vgl. Geitler l. c.). Das Auftreten von Scheinverzweigungen ist eine zufällige Erscheinung, die bei *F.*-Arten, wie auch bei anderen Stigonemataceen, gelegentlich beobachtet

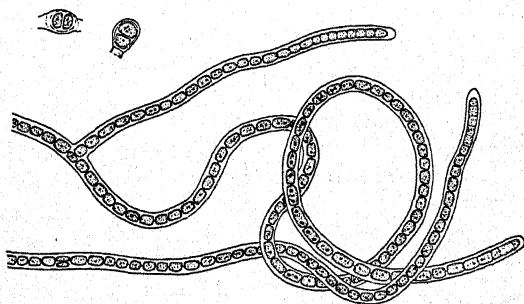


Fig. 83. *Albrighitia tortuosa* Copeland, Fäden und Chroococcalen-Stadium (etwa  $\frac{450}{1}$ ). — Nach Copeland.



werden kann; ebenso kommt die Erscheinung, daß die Seitenäste bei der Hormogonienbildung aufgebraucht oder nahezu aufgebraucht werden, auch bei anderen *F.*-Arten vor.

Der für die Gattung typische Unterschied zwischen Hauptfäden und Seitenzweigen

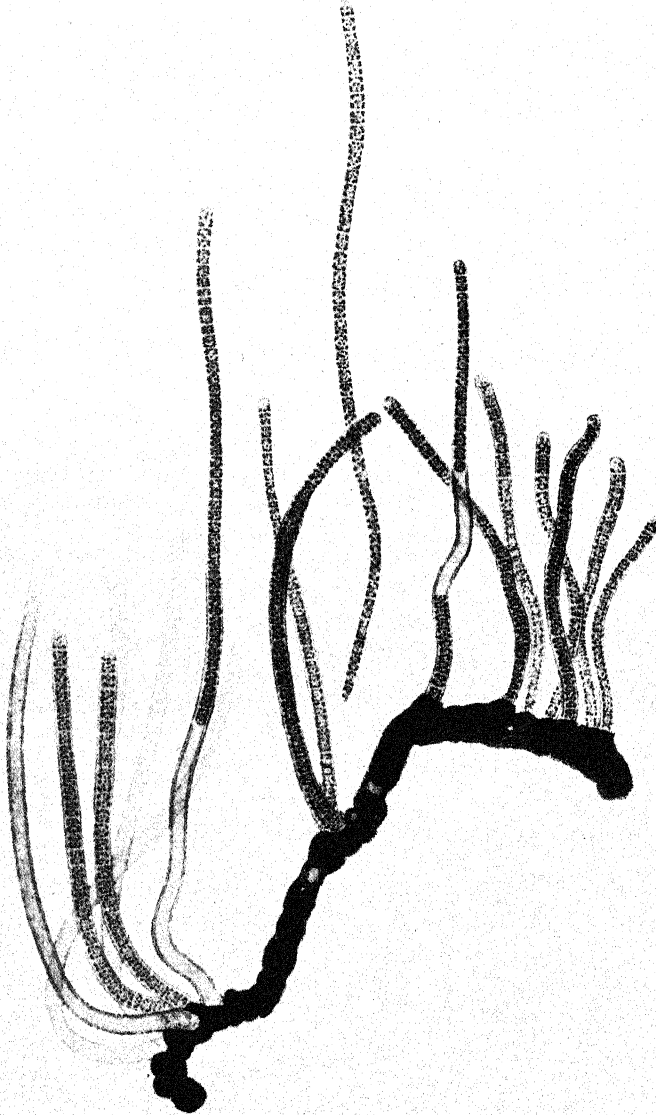


Fig. 84. *Fischerella muscicola* (Thur.) Gom., Hauptfaden mit im Leben braunen Membranen, aufrechte Seitenäste zum Teil in Hormogonienbildung (etwa  $\frac{330}{1}$ ). — Nach Bornet und Thuret.

kommt nach Frémy auf vier Arten zustande: 1. die Hauptfäden sind — wenigstens teilweise — mehrreihig, die Äste einreihig; 2. die Hauptfäden sind torulös, die Äste zylindrisch, die Zellen sind mehr oder weniger abgekugelt bzw. mehr oder weniger lang zylindrisch; 3. die Hauptfäden sind dicker als die Äste; 4. die Scheiden der Hauptfäden sind dicker, deutlicher geschichtet und stärker pigmentiert als die der Äste.

Im ganzen sind etwa 12 Arten bekannt. *F. muscicola* (Thuret) Gomont mit mehrreihigen, torulösen Hauptfäden und dünneren, kleinzelligeren, einreihigen und Hormogonien bildenden Ästen, in Europa auf feuchter Erde, anscheinend selten (Fig. 84). — *F. Tisserantii* Frémy auf feuchten Baumstämmen in Äquatorialafrika und *F. caucasica* Woronichin auf *Potamogeton*-Blättern in einem Torfsee im Kaukasus, beide mit besonders breiten, vielreihigen Hauptfäden. — *F. ambigua* (Näg.) Gomont mit vorwiegend einreihigen Hauptfäden, auf Erde, Moosen usw., kosmopolitisch. — *F. moniliformis* Frémy mit auffallend „rosenkranzförmigen“ Fäden, in stehendem Wasser in Äquatorialafrika und Sumatra. — Bei *F. reptans* Geitl. sind die Hauptfäden zu einer lockeren, fast pseudoparenchymatischen Scheibe verwachsen bzw. mit ihren Scheiden verklebt; ähnlich verhält sich auch *F. Harrisii* (F. E. Fritsch) Geitler n. comb. (= *Fischerellopsis Harrisii* F. E. Fritsch l. c.), bei welcher die äußeren Scheidenschichten verquellen.

7. **Doliocatella** Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 630; Suppl. XIV (1935) 427, Fig. 59–64. — Fäden mit der Basis festgeheftet, aufrecht, zu einem büschelig-rasenförmigen Lager vereinigt; keine Sohle. Basale Fadenteile sehr dick und torulös, jüngere Abschnitte und Äste dünner, fast zylindrisch, von den Hauptfäden deutlich verschieden. Verzweigung seitlich, Äste oft einseitwendig, nach Art von *Hapalosiphon* angelegt (durch Abgliederung einer seitlichen Ausstülpung entstehend), namentlich in den oberen Thallusabschnitten sehr reichlich, rechtwinklig abstehend, aber bald aufwärts gekrümmt. Sämtliche Fäden, auch in den ältesten Teilen, einreihig, nur mit einzelnen längsgeteilten Zellen (= Initialen von — oft nicht zur Entwicklung gelangenden — Seitenzweigen). Keine Heterocysten. Hormogonien aus den Enden der Seitenzweige.

Ableitung des Namens von *dolium* (Faß) und *catella* (catenula) von *catena* (Kettchen), nach der Zellform und dem bezeichnenden Habitus der alten Fadenabschnitte.

Einzige Art: *D. formosa* Geitl. mit bis 40  $\mu$  breiten Hauptfäden in fließendem und stürzendem, saurem Wasser in Sumatra. Fig. 85.

Die Alge ist nach ihrem Habitus mit keiner anderen Stigonemataceae zu verwechseln und kaum zu übersehen, sie scheint demnach eine sehr beschränkte

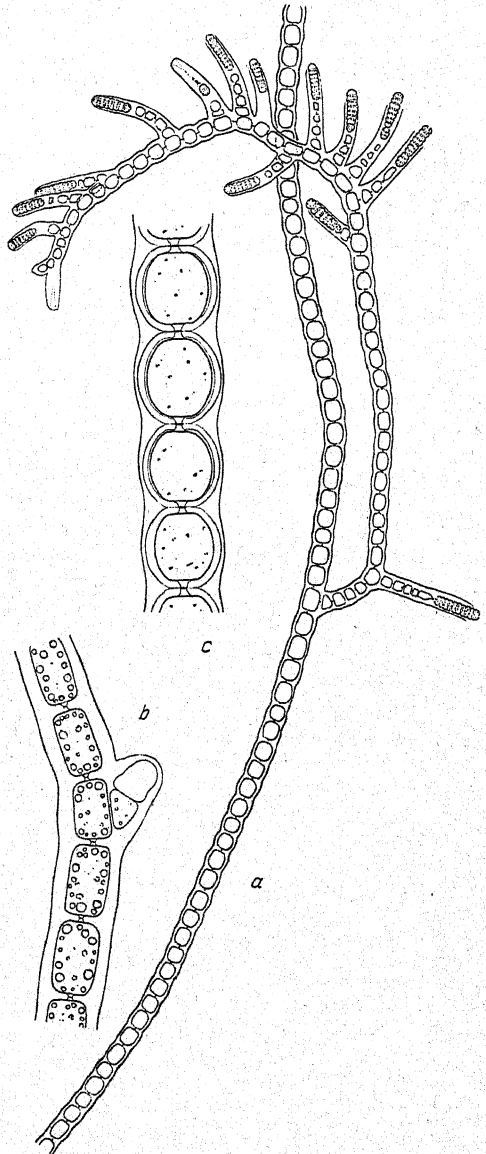


Fig. 85. *Doliocatella formosa* Geitl., a Habitusbild (in den Seitenästen 2. Ordnung Hormogonienbildung), b Anlage eines Seitenastes, c Aufbau eines alten Fadenabschnitts (deutliche „Tüpfel“ in den Querwänden); b, c gleichstark, a schwächer vergr.; fixiertes Material. — Nach Geitler und Ruttner.

Verbreitung zu besitzen. Ökologisch bemerkenswert ist das Vorkommen in Wasserfällen mit stark saurer ( $p_H = 5,5$ ) Reaktion.

Die Zellen der alten Thallusteile besitzen dicke Spezialmembranen, die an den Querwänden je einen auffallenden „Tüpfel“ deutlich erkennen lassen (Fig. 85 c); die Protoplasten der ältesten dieser Zellen werden in ihren peripheren Teilen, also im Chromatoplasma, vakuolisiert. Die Tüpfel, in welchen die unverdickt gebliebene primäre Querwand erkennbar ist, ähneln den analogen Bildungen mancher Rotalgen.

Die Äste stehen der Anlage nach rechtwinkelig ab, erfahren aber beim weiteren Wachstum eine Aufkrümmung. Die Hormogonien sind durchschnittlich fünf- bis zehnzellig, ihre Zellen führen im Gegensatz zu den vegetativen Zellen reichlich Ektoplasten.

8. *Thalpophila* Borzi in Atti Congr. Nat. Milano (1906) 5; in Nuova Notarisia 18 (1907) 38; N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 97. — Thallus aus mehr oder weniger parallelen, seitlich verklebten und verschlungenen, spärlich verzweigten, einreihigen Fäden aufgebaut. Verzweigungen seitlich, anliegend. Trichome gleichbreit, aber die älteren torulös und unregelmäßig gewunden, die jüngeren regelmäßiger, zylindrisch. Scheiden dick, geschichtet, gelatinös, außen verschleimend. Heterocysten interkalar. Hormogonien unbekannt. Dauerzellen in alten Fadenteilen in Reihen, mit fester, glatter Membran.

Ableitung des Namens von *θαλπος* (Wärme) und *φιλεω* (lieben), nach dem Vorkommen in den Dämpfen heißer Quellen.

Leitart: *Th. cossyrensis* Borzi l. c. 1917, Taf. 8, Fig. 23–25, bildet fleischig-schwammige Thalli an vulkanischen Felsen in den Dämpfen heißer Quellen auf der Insel Pantellaria im Mittelmeer (Fig. 80 d, e). Eine zweite Art, *Th. imperialis* Copeland, die sich nur graduell und durch das submerse Vorkommen unterscheidet, lebt in alkalischen Geisern im Yellowstone Park. Copeland (in Ann. New York Ac. Sci. 36, 1936, 88) beobachtete häufig Bildung von zwei Tochterzellen („Endosporen“) innerhalb der Heterocysten.

Hauptfäden und Äste bzw. ihre Trichome sind verhältnismäßig wenig verschieden.

9. *Leptopogon* Borzi in Atti Congr. Nat. Milano (1906) 5; Nuova Notarisia 18 (1907) 38; N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 93. — Thallus aus freien, anfangs niederliegenden, später aufrechten, mehr oder weniger dicht zu *Symplocos*-artigen Bündeln vereinigten Fäden bestehend. Fäden einreihig, nur stellenweise mit längsgeteilten Zellen, seitlich verzweigt. Alte Trichome torulös, mit dicken Scheiden, junge Trichome zylindrisch, mit engen Scheiden. Heterocysten interkalar oder lateral. Hormogonien und Dauerzellen unbekannt. Hormocysten zu vielen an den Enden der Zweige, acht- bis zehnzellig.

Ableitung des Namens von *λεπτος* (dünn) und *πωγων* (Bart), nach dem Aussehen des Thallus.

Einzige Art: *L. intricatus* (A. Braun) Borzi l. c. (= *Schizosiphon intricatus* A. Braun in Rabenh., Alg. exs. Nr. 2464) auf Blumentöpfen in Warmhäusern. Fig. 80 c.

10. *Matteia* Borzi in Atti Congr. Nat. Milano (1906) 6; Nuova Notarisia 18 (1907) 38; N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 99. — Thallus aus seitlich mehr oder weniger verklebten, parallelen, reichlich und unregelmäßig verzweigten, in Schnecken-schalen lebenden Fäden aufgebaut, dünnhäutig, blaugrün. Trichome zum Teil torulös, zum Teil zylindrisch, immer einreihig. Scheiden eng, homogen. Heterocysten interkalar. Hormogonien unbekannt. Chroococcalen-Stadium?

Benannt nach dem italienischen Botaniker G. E. Mattei.

Einzige Art: *M. conchicola* Borzi l. c. in den Schalen von *Pectunculus insubricus* an der sizilianischen Küste. Fig. 80 b.

Borzi fand in einigen Präparaten wenigzellige, *Chroococcus*-artige Gruppen, die vielleicht ein Entwicklungsstadium von *M.* darstellen. Die Gattung bedarf, wie schon Borzi meint, weiterer Untersuchung.

#### Anhang. Unsichere und wenig bekannte Gattungen der Stigonemataceae

*Chondrogloea* Schmidle in Engl. Bot. Jahrb. 30 (1902) 247. — Thallus aus freien mehr oder weniger verschlungenen Fäden bestehend; ältere Fäden torulös. Äste meist einseitig, meist an der Basis zylindrisch, weiter oben torulös, an der Spitze wieder zylindrisch und verjüngt; im torulösen Fadenteil sind die Zellen kürzer und tonnenförmig, sonst lang-zylindrisch; im interkalaren torulösen Abschnitt kann sekundäre Verzweigung eintreten. Heterocysten meist reichlich.

Ableitung des Namens von *χονδρος* (Knorpel) und *γλοιος* (schleimig).

Leitart: *Ch. africana* Schmidle l. c. Taf. 5, Fig. 10, in Quellen in Zentralafrika. — Borzi (in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 102) hält einen Zusammenhang mit *Nostochopsis* für möglich; Frémy hält die Pflanze für identisch mit *Mastigocladus laminosus*. Da die Beschreibung ungenügend ist, läßt sich die Gattung nur als Provisorium betrachten. In diesem Sinn habe ich (in Rabh. Krypt.-Fl. XIV, 1930—1932) die von Schmidle (in Hedwigia 39, 1900, 175, Taf. 10, Fig. 13—18) als *Mastigocladus flagelliformis* bezeichnete Art hierher gestellt; Forti (in De-Toni, Syll. Alg. 1907, 567) stellt sie zu *Hapalosiphon*.

**Rosaria** N. Carter in Journ. Linn. Soc. 46 (1922) 54. — Fäden echt verzweigt, einreihig, rosenkranzförmig, mit abstehenden Seitenzweigen, die so breit wie die Hauptfäden und gegen die Spitze zu verjüngt sind; meist ohne Scheide; keine Heterocysten.

Ableitung des Namens von *rosarium* (Rosenkranz).

Leitart: *R. ramosa* N. Carter l. c., Taf. 4, Fig. 2—6, auf der Rinde von Bäumen in Neukaledonien. Fig. 86 a—e. Der Habitus ist mehr der eines rindenbewohnenden Hyphomyceten als einer Blaualge! — Aus China beschrieb Skuja (in Handel-Mazzetti, Symb. Sinicae, 1. Tl., 1937, 19, Taf. I, Fig. 6) als zweite Art *R. clandestina*, die etwas verschieden aussieht, und jedenfalls eine Blaualge ist; sie dürfte nach der Meinung Skujas ein Bindeglied zwischen Hormogonalen und Pleurocapsalen darstellen, scheint jedenfalls keine echte Hormogonale zu sein. Bevor nicht lebendes Material genau untersucht wird, ist eine nähere Entscheidung unmöglich.

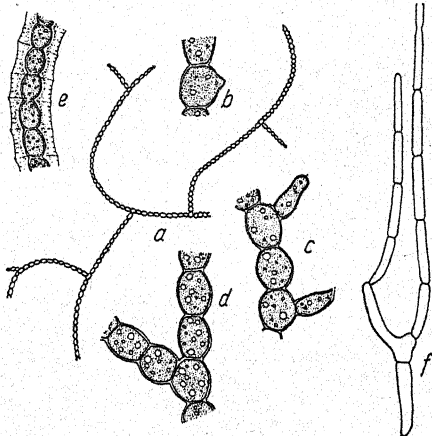


Fig. 86. a—e *Rosaria ramosa* N. Carter, a Habitus ( $^{39}/_1$ ), b—d Verzweigungsweise (stärker vergr. als a), e bescheideter Faden ( $^{255}/_1$ ). — f *Loeifrenia anomala* Gom., Fadenbasis ( $^{300}/_1$ ). — a—e nach N. Carter, f nach Gomont.

**Schmidleinema** vgl. den Anhang zu den *Borzinemataceae*, S. 144.

**Voukiella** Ercegović in Acta Bot. Inst. Bot. R. Univ. Zagreb. 1 (1925) 93, mit der Art *V. rupestris* Ercegović (benannt nach dem kroatischen Botaniker V. Vouk), besitzt einen festen, kugeligen Thallus, einreihige Fäden mit Heterocysten und Scheiden, die im Innern des Lagers in gemeinsamer Gallerte unregelmäßig verlaufen, an der Peripherie frei sind und radiär liegen. Da über die Verzweigung nichts gesagt wird, und die Diagnose auch sonst vieldeutig ist, ist eine nähere Beurteilung unmöglich; die Figur zeigt einen unverzweigten und einen vielleicht echt verzweigten Faden; der Autor selbst stellt die Alge, die an feuchten Felsen in Kroatien gefunden wurde, zu den Stigonemataceen.

## Nostochopsidaceae

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 257<sup>1</sup>). — *Nostochopsidae* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 21 (1914) 354.

**Merkmale.** Thallus aus unregelmäßig angeordneten oder in Gallertlagern aufrechten bzw. radiären Fäden bestehend. Fäden typisch einreihig, unregelmäßig seitlich verzweigt. Seitenzweige von zweierlei Art: die einen mit lang andauerndem Wachstum und in ein Haar ausgehend, vielzellig, die anderen mit begrenztem Wachstum, auf wenige (4—1, meist 2 oder 1) Zellen reduziert und mit einer terminalen (apikalen) Heterocyste abschließend. Manchmal V-Verzweigung wie bei *Mastigocladaceen*. Hormogonien. Dauerzellen unbekannt.

<sup>1</sup>) Die damals verwendete Schreibweise „*Nostochopsaceae*“ ist sprachlich unrichtig; die richtige Schreibweise habe ich schon in Rabh. Krypt.-Fl. 1930—1932 durchgeführt.

Das gemeinsame und sehr bezeichnende Merkmal der Familie besteht in der Ausbildung kurzer, mit Heterocysten abschließender Seitenzweige, wodurch sog. „gestielte“ Heterocysten erscheinen, und der Bildung langzelliger, verjüngter Zweige, die als Haare bezeichnet werden, aber die für die Rivulariaceen-Haare bezeichnende Vakuolisierung nicht aufweisen. Die terminale und speziell apikale Stellung der Heterocysten findet sich sonst in keiner Blaualgengruppe; es ist dies die gleiche Stellung, die bei anderen Algen die Fortpflanzungsorgane (Sporangien) einnehmen; eine Funktion der Heterocysten in diesem Sinn wurde aber gerade bei Nostochopsidaceen noch nicht beobachtet.

Wichtigste Literatur s. bei den Gattungen.

### Einteilung der Familie

- A. Thallus halbkugelig, gallertig (S. 132) . . . . . 1. *Nostochopsis*  
 B. Thallus endolithisch (S. 134) . . . . . 2. *Mastigocoleus*

1. *Nostochopsis* H. C. Wood, Prodr. Freshw. Alg. N. Am., in Proc. Am. Phil. Soc. Philadelphia 11 (1869) 126 ex Bornet et Flahault, in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 80; em. Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XII (1933) 628. — *Mazaea* Bornet et Grunow in Bull. Soc. Bot. Fr. 33 (1881) 287. — *Myxoderma* Schmidle in Engl. Bot. Jahrb. 25 (1901) 246, sec. Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 101 und Frémy et Feldmann l. c.; non *Myxoderma* Hansgirg. — ? *Loefgrenia* Gomont<sup>1)</sup>.

Wichtigste Literatur. E. Bornet et A. Grunow l. c. — L. Geitler und F. Ruttner in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV (1935) 417ff. — P. Frémy et J. Feldmann in Bull. Soc. Bot. France 81 (1934) 612.

Thallus kugelig oder halbkugelig polsterförmig oder mehr oder weniger unregelmäßig lappig, massiv oder im Alter hohl, bis 3,5 cm groß. Trichome radiär angeordnet, ziemlich gerade, in den inneren Lagerteilen oft zickzackförmig oder unregelmäßig gebogen, unterhalb der apikalen Enden in einer bestimmten Zone reichlich verzweigt, in den älteren Abschnitten zerstreut verzweigt. Da die Verzweigungszone aller Trichome in gleicher Höhe liegt, kann das Lager gezont erscheinen. Verzweigungen seitlich, auf größere Strecken hin oft fast einseitig, die langen, weiterwachsenden Äste in kurzem Bogen aufwärts gekrümmt und ihre Enden mit den Hauptfäden parallel. Zellen der Verzweigungszone tonnenförmig bis urnenförmig, zu Beginn der Astbildung einseitig ausgebaucht. Zellen unterhalb der Verzweigungszone langgestreckt und schmal, zylindrisch mit abgerundeten Enden. Trichomenden verjüngt oder schwach keulenförmig, im ersten Falle aus verlängerten, schmalen Zellen aufgebaut und haarförmig mit abgerundet zugespitzter Endzelle, im anderen Falle aus kurzen, tonnenförmig-scheibenförmigen Zellen aufgebaut. Heterocysten meist nur lateral oder terminal an zwei- bis drei- bis vierzelligen Seitenästen, mehr oder weniger kugelig oder ellipsoidisch, selten auch interkalar und basal (Jugendstadien). Gallerte des Thallus im großen ganzen homogen und meist farblos, manchmal teilweise gelb bis braun; in der Verzweigungszone sind oft zarte, aber ziemlich feste, farblose oder gelbe bis braune Scheiden entwickelt, welche die jungen Seitenäste einhüllen, später aber am Scheitel verschleimen und nur mehr an der Basis sichtbar sind. Hormogonien aus eigenen Ästen der Verzweigungszone, meist acht- bis zwanzigzellig, mit kurz tonnenförmigen Zellen. Keimlinge frühzeitig polar differenziert, am oberen Ende verlängerte, schmale, unten breiter tonnenförmige Zellen bildend, mit basaler Heterocyste.

Ableitung des Namens von der Gattung *Nostoc* und  $\delta\psi\iota\varsigma$  (Aussehen), nach der äußeren Ähnlichkeit des Thallus mit *Nostoc*.

Einzig sichere Art: *N. lobatus* Wood ex Bornet et Flahault em. Geitler l. c. 1935, Fig. 48—51 und Taf. XIX (= *Mazaea rivularioides* Bornet et Grunow l. c. Taf. VIII; = *N. Wichmannii* Weber van Bosse, Siboga Exp. 1, 1913, 39, Taf. 1, Fig. 7—9; = *N. Hansgirgii* var. *sphaericus* Gardner in Univ. Calif. Publ. Bot. 14, 1927, 11, Taf. 1, Fig. 10; = *N. Goetzei* Schmidle in Bot. Cbl. 81, 1900, 417; = *Myxoderma Goetzei* Schmidle in Engl. Bot. Jahrb. 30, 1901, 296; = *N. Hansgirgii* Schmidle in Allg. Bot. Zeitschr. 6, 1900, 77; = *N. radians* Bharadwaja in New Phytolog. 33, 1934, 1). Fig. 11, 87.

<sup>1)</sup> Vgl. den Anhang zu der Familie, S. 134.

Die beiden zuletzt genannten Synonyme sind nicht ganz gesichert, doch ist, wie auch Frémy und Feldmann meinen, die Identität überaus wahrscheinlich. Die für beide Arten angegebenen Unterscheidungsmerkmale treten in ein und demselben Material auch bei *N. lobatus* auf. Infolge des verhältnismäßig komplizierten Thallusbaues und der entsprechend verlaufenden Entwicklungsgeschichte finden sich auf den ersten Blick hin

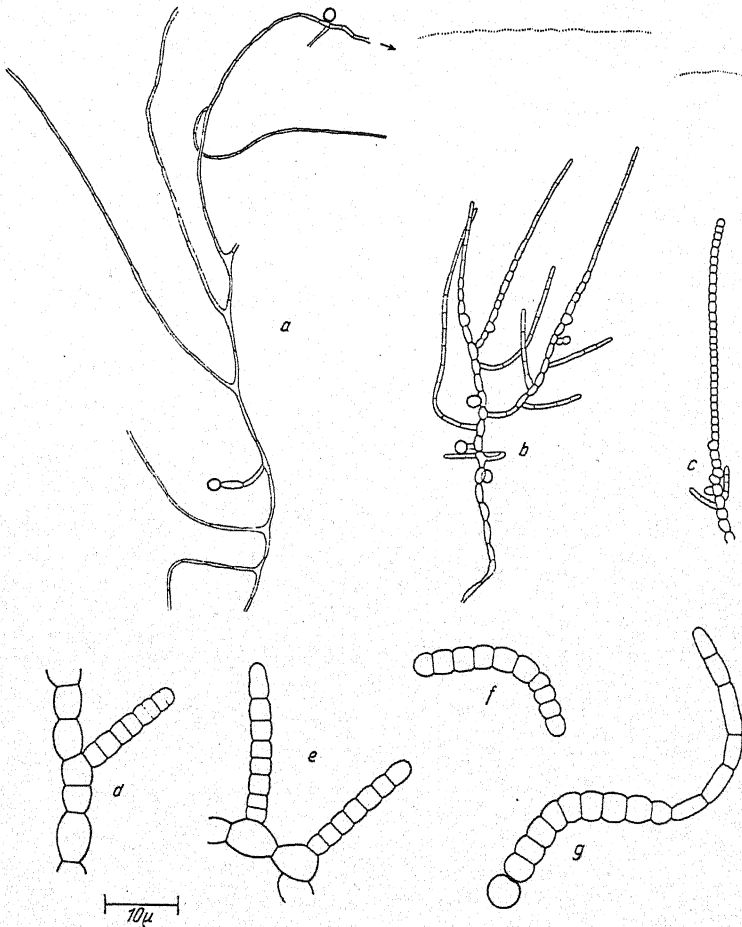


Fig. 87. *Nostochopsis lobatus* Wood em. Geitl. *a* Habitusbild aus dem Innern eines Lagers; beim Pfeil schließt sich die meristematische Verzweigungszone an, welche in *b* dargestellt ist; die Trichomenden gehen hier in Haare aus, während in *c* ein Trichomende ohne Haar dargestellt ist; *d*, *e* Hormogonien bildende Äste, *f* Hormogonium, *g* austreibendes Hormogonium. — Der Maßstab bezieht sich nur auf *d*—*g*; *a*—*c* schwächer vergr. — Nach Geitler und Ruttner.

sehr verschiedenartige Ausbildungen. Wie vor allem die Untersuchung eines reichen indomalayischen Materials gezeigt hat (Geitler und Ruttner, l. c.), sind alle diese Formen nur Entwicklungszustände derselben Art<sup>1)</sup>.

Gelegentlich können in alten Fadenteilen V-Verzweigungen nach Art der Mastigocladaceen auftreten (Frémy und Feldmann l. c.).

<sup>1)</sup> Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch die Gattung *Loefgrenia* ein verkanntes Stadium von *N. lobatus* ist; vgl. das bei dieser Gattung Gesagte (Anhang, S. 134).



Die Art lebt in fließenden und stehenden Gewässern auf Wasserpflanzen oder Steinen oder freischwimmend und ist im wesentlichen auf die heiße Zone beschränkt, wo sie anscheinend nicht selten ist, kommt aber ausnahmsweise auch außerhalb ihres eigentlichen Verbreitungsgebietes vor. Bisher sind folgende Vorkommnisse bekannt: Afrika (Azoren, Gabon, Kenya, Angola, Réunion, Mauritius, u. a.), Asien (Indien, Ceylon, indomalayische Inseln, China-Fukien), Australien, Brasilien; außerdem wurde sie an drei wenig entfernten Stellen in Nordamerika und mit Sicherheit ein einziges Mal in Europa (Banyuls, Ostpyrenäen) gefunden; die Angabe Hansgirgs über ein Vorkommen in Böhmen beruht offenbar auf einer Verwechslung, Hansgirgs *N. lobatus* var. *stagnalis* ist vermutlich ein *Hapalosiphon*.

2. **Mastigocoleus** Lagerheim in Notarisia 1 (1886) 65 ex Bornet et Flahault, in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 54. — Thallus aus freien, unregelmäßig wachsenden, in Kalkfelsen oder Schnecken- und Muschelschalen kriechenden Fäden aufgebaut. Trichome einreihig, unregelmäßig seitlich verzweigt. Seitenzweige einzeln, seltener zu zweien und dann Verzweigungen nach Art der Mastigocladaceen bildend, zum Teil mit langandauerndem Wachstum und in ein haarartig verjüngtes Ende ausgehend, zum Teil mit beschränktem Wachstum, wenigzellig und mit einer terminalen („gestielten“) Heterocyste abschließend; manchmal besteht der Seitenast nur aus einer einzigen Zelle, die sich dann in eine Heterocyste umwandelt, welche seitlich dem Trichom des Hauptfadens anliegt. Heterocysten interkalar, terminal (apikal) oder seitlich sitzend, meist einzeln, seltener zu zweien. Scheiden dünn, homogen. Hormogonien. Dauerzellen unbekannt.

Ableitung des Namens: *μαστιξ* (Peitsche) und *κολεος* (Scheide), nach den peitschenförmigen Fadenenden.

Einzige Art: *M. testarum* Lagerh. l. c., Taf. I ex Bornet et Flahault l. c. in den Schalen mariner Muscheln und Schnecken und an Kalkfelsen an den Meeresküsten Europas, der Antillen, Nordamerikas, Südafrikas (Fig. 88 a); var. *aquae-dulcis* Nadson (in Bull. Jard. Bot. St.-Petersb. 10 [1910] 153) auch in schwach salzigem Wasser oder in Süßwasser in Rußland; var. *gracilis* Hansgirg mit etwas dünneren Fäden ist wohl nur ein Entwicklungsstadium, das auch zusammen mit der typischen Form auftritt.

Nach Nadson (in Bull. Ac. Sci. USSR., 7. Ser., 1932) wird manchmal ein *Gloeocapsa*-artiges Chroococcalenstadium ausgebildet; dieses beobachtete auch Lagerheim, während Bornet und Flahault (in Journ. de Bot. 2, 1888, 162) meinten, daß diese Stadien nicht zu *Mastigocoleus*, sondern zu *Hyella caespitosa* gehören.

Als *M. obtusus* beschrieb N. Carter von Baumstämmen in Neu-Kaledonien eine Blaualge, die eine gewisse äußerliche Ähnlichkeit mit *M.* besitzt, aber keine gestielten Heterocysten und anscheinend auch keine wirklichen verjüngten haarartigen Äste ausbildet; Beschreibung und Abbildung sind unvollkommen, die Alge ist auch nur an totem und offensichtlich schlecht erhaltenem Material untersucht worden; ohne nähere Kenntnis läßt sich über sie kein anderes Urteil fällen, als daß sie nicht zu *M.* gehört. Ich habe sie daher als Vertreter einer eigenen Gattung, *Mastigocoleopsis* Geitler, betrachtet (in Beih. Bot. Cbl., 2. Abt., 41, 1925, 258), die ich provisorisch in die Nostochopsidaceen eingereiht habe. Die Aufstellung einer Gattung auf Grund so spärlicher Unterlagen erscheint mir nunmehr voreilig.

### Anhang zu den Nostochopsidaceae

Hier mag eine unvollkommen bekannte Blaualge angeführt werden, die, soweit sich überhaupt etwas sagen läßt, wahrscheinlich nur eine Wuchsform von *Nostochopsis lobatus* ist.

**Loefgrenia** Gomont in Bot. Notiser (1897) 90. — Fäden scheidenlos, an der Basis angeheftet, haartragend, im unteren Teil stellenweise mit echten Verzweigungen; Heterocysten fehlen, Hormogonien und Dauerzellen unbekannt. — Einzige Art: *L. anomala* Gomont l. c. bildet niedrige Rasen auf *Batrachospermum* und anderen Wasserpflanzen in Brasilien (die Gattung ist nach dem Auffinder A. Löfgren benannt, der auch typischen *Nostochopsis lobatus* — Wittrock et Nordstedt, Alg. exsicc. Nr. 578 — gesammelt hat). Das in Wittrock et Nordstedt, Alg. exsicc. (1896) Nr. 1350, ausgegebene, allerdings schlecht erhaltene Material von *Loefgrenia* wie die beigegebenen Figuren Gomonts zeigen so gut wie vollständige Übereinstimmung mit den älteren Trichomen in den inneren Lagerteilen von *Nostochopsis lobatus* (vgl. die Fußnote bei Geitler u. Ruttner in Arch. f. Hydrobiol.

Suppl. XIV, 1935, 419). Daß keine Heterocysten vorhanden sind, hat wenig zu bedeuten; die sonst bezeichnende Bildung kurzer, wenigzelliger Äste kann auch bei *Nostochopsis* manchmal unterbleiben. Die von Gomont abgebildete Art der Verzweigung — Aufsitzen des Astes auf einer Ausstülpung einer Zelle des Hauptfadens — findet sich in dieser extremen Ausbildung sonst nur bei *Nostochopsis* (vgl. Fig. 86f)<sup>1)</sup>. Ebenso sind die „Haare“ durchaus nicht von der Art der Rivulariaceenhaare, sondern wie bei *Nostochopsis* verjüngte Trichomenden mit nicht vakuolisierten Zellen. Gomont selbst hat die systematische Stellung der Alge völlig offen gelassen. Die von Forti und Lemmermann vorgenom-

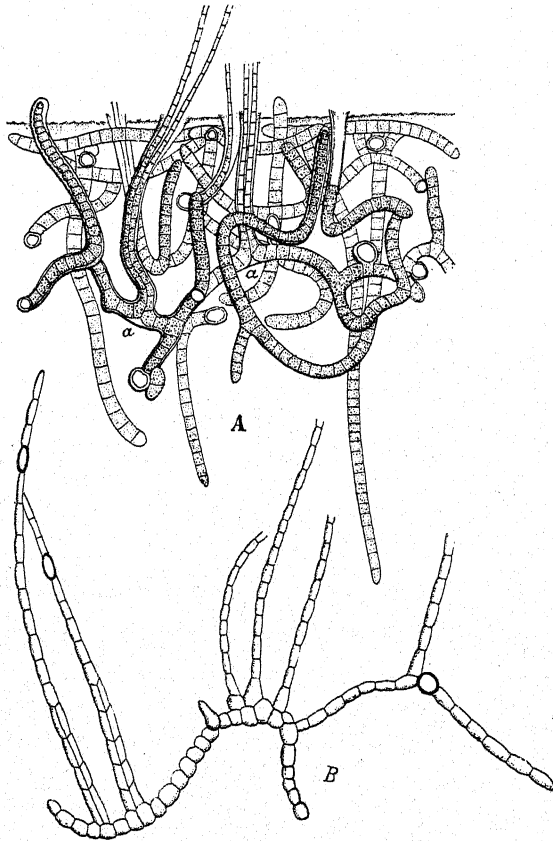


Fig. 88. a *Mastigocoleus testarum* Lagerh. ( $\frac{330}{1}$ ), Vertikalschnitt; nach Lagerheim. — b *Mastigocladus laminosus* Cohn ( $\frac{500}{1}$ ); nach Cohn.

mene Einreihung unter die Rivulariaceen ist infolge der echten Verzweigung verfehlt (zudem sind die „Haare“, wie erwähnt, keine Haare im Sinne der Rivulariaceen).

Obwohl die Auffassung, daß *Loefgrenia* eine Wuchsform, im besonderen eine Kümmerform bzw. ein verlängertes Jugendstadium von *Nostochopsis lobatus* ist, die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat, läßt sie sich doch z. Zt. nicht beweisen. Die Alge wurde zwar ein zweites Mal aufgefunden, und zwar wieder in Brasilien und auf *Batrachospermum* (G. H. Schwabe), ohne daß jedoch außer der Namensnennung und Fundortangabe irgendwelche Angaben gemacht worden wären.

Die Aufstellung einer eigenen Familie, der *Loefgreniaceae* Elenkin (in Bull. Jard. Bot. Pierre le Grand 17, 1917, 108), ist angesichts dieser Sachlage zumindest verfrüht.

<sup>1)</sup> Es handelt sich im übrigen um eine Steigerung des Verhaltens von *Hapalosiphon*.

# Mastigocladaceae

Geitler, Synopt. Darst. Cyan., in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 263.

**Merkmale.** Trichome typischerweise scheinverzweigt und zwar mit V-Verzweigung, d. h. je zwei Scheinäste nebeneinander entspringend und seitlich miteinander verklebt, der eine Ast im Wachstum gefördert, der andere gehemmt, an der Basis auseinanderweichend und Schlingen bildend, oder mit Schlingenbildung durch seitliches Auswachsen von Trichomteilen. Die Verzweigung wird oft durch schräge Zellteilungen bzw. durch Vorwölben einiger Zellen eingeleitet und kann durch Auftreten von Längsteilungen im Hauptfaden in echte Verzweigung übergehen. Scheiden fest oder schleimig. Heterocysten vorhanden oder fehlend. Hormogonien.

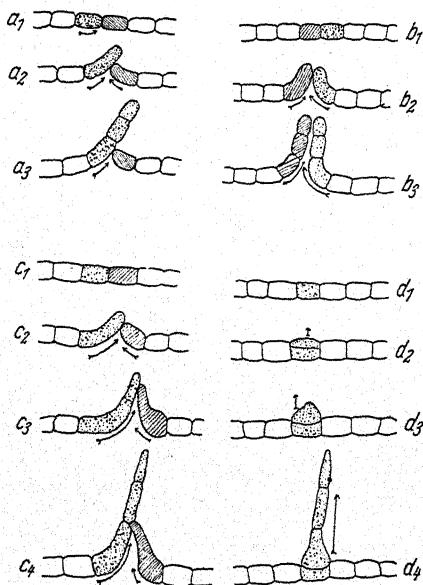


Fig. 89. *Mastigocladus laminosus* Cohn, Schema der verschiedenen Verzweigungsarten: a, b, c Scheinverzweigung u. V-Verzweigung, d scheinbar echte Verzweigung; nach Frémy.

Wichtigste Literatur. E. Bornet et Ch. Flahault, Rev. Nost. Hét., in Ann. Sci. Nat. Bot. 7. sér. V (1887) 55. — A. Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 23 (1916) 570; 24 (1917) 204. — L. Geitler in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41 (1925) 217<sup>1)</sup>. — A. Ercegović in Ann. de Protist. 2 (1929). — P. Frémy, ebenda 5 (1936). — Vgl. auch die einzelnen Gattungen.

Die Familie ist durch die eigenartige V-Verzweigung charakterisiert. Sie ist zwanglos nur als unechte Verzweigung aufzufassen, wiewohl nicht selten Bildungen vorkommen, die einer echten Astbildung sehr ähnlich sehen. Dies ist namentlich bei *Mastigocladus* oft der Fall, wo Seitenäste auftreten, die auf den ersten Blick hin der Verzweigungsart von *Haplosiphon* gleichen. Im Grunde genommen entstehen diese rechtwinklig abstehenden Äste aber nicht einfach durch eine Längsteilung im Hauptfaden, sondern dadurch, daß der Fadenverlauf unterbrochen wird und die Enden seitlich auswachsen; kommt nur ein einziger Ast zur Entwicklung, so ist die Ähnlichkeit mit einer echten Verzweigung besonders groß (Fig. 89). Wird der zweite Ast von dem auswachsenden eine Strecke lang „mitgenommen“, so entsteht eine typische V-Verzweigung.

Obwohl die Bildung eines Seitenastes somit als seitliches Ausbiegen eines Trichom-Teilungswände auf, welche in bezug auf den Hauptfaden als Längswände erscheinen. Eben dadurch entsteht die schon erwähnte Ähnlichkeit mit einer echten Verzweigung, und in einzelnen Fällen wäre es ein Streit um Worte, entscheiden zu wollen, ob es sich um eine echte oder unechte Verzweigung handelt. Dies zeigt aber nur, daß Übergänge vorhanden sind; die Mastigocladaceen stellen in dieser Hinsicht ein Bindeglied zwischen den Stigonemataceen und Verwandten und den Scytonemataceen dar (wie auch die Borzinemataceen). Für die allgemeine Bewertung kommt es aber nicht auf solche Einzelfälle an, sondern auf die Erkenntnis des Typischen, was letzten Endes Sache des „morphologischen Takt“ ist. Hieraus ergibt sich die Auffassung, daß die Mastigocladaceen von den Stigonemataceen und anderen echt verzweigten Hormogonalen typisch verschieden sind; deshalb stellt auch Borzi l. c. *Mastigocladus* und *Herpyzonema* mit anderen Formen, die hier als *Borzinemataceae* unterschieden werden, in eine eigene Gruppe der *Diplonemeae*, welche dadurch charakterisiert

<sup>1)</sup> Die dort ausgesprochenen Zweifel brauchen nicht mehr aufrechterhalten werden.

ist, daß ausschließlich Querteilungen (keine Längsteilungen) vorkommen, somit auch keine „wirklich echten“ Verzweigungen auftreten können<sup>1)</sup>.

Die äußerlich auffallende Schlingenbildung von *Kyrtuthrix* erscheint bei näherem Zusehen nur als Modifikation der V-Verzweigung (oder umgekehrt). Fig. 90 a und 91 zeigen das Wesentliche besser als viele Worte.

### Einteilung der Familie

#### A. Heterocysten vorhanden.

##### a) Trichome nicht in Haare oder haarartige Enden ausgehend.

α) Fäden zu einem fleischig-schwammigen Thallus vereinigt, mit dünnen oder verschleimenden Scheiden; Seitenzweige, wenn vorhanden, mit verjüngten Enden und verlängerten Zellen (S. 137) . . . . . 1. **Mastigocladus**

β) Fäden frei bzw. einen polsterförmigen oder rasenartigen Thallus bildend, mit dicken, festen Scheiden; Seitenäste von den Hauptfäden nicht verschieden (S. 138) . . . . . 2. **Herpyzonema**

##### b) Trichome in Haare oder haarartige Enden ausgehend.

α) Thallus nicht endolithisch (S. 139) . . . . . 3. **Brachytrichia**

β) Thallus endolithisch (S. 140) . . . . . 4. **Kyrtuthrix**

#### B. Heterocysten fehlen (S. 141) . . . . . 5. **Adrianema**

1. **Mastigocladus** Cohn in Abh. Schles. Ges. vaterl. Kultur, 1862, II (1863) 42, Abb. S. 40, ex Kirchner in E. P. I. Aufl. I. 1a (1898) 81. — *Hapalosiphon* auct. pro parte. — *Cyanothrix vaginata* Schmidle in Allg. Bot. Zeitschr. 3 (1897) 37. — *Aulosira thermalis* G. S. West in J. of Bot. 40 (1902) 244. — *Hapalosiphon maior* Tilden, Amer. Alg., Cent. II, Nr. 167 (1896); in Bot. Gaz. 25 (1898) 97, Taf. 9, Fig. 10–13. — Thallus fleischig-schwammig. Fäden einreihig, bei typischer Ausbildung mit einseitigen V-Verzweigungen, welche aber in scheinbar echte Verzweigungen übergehen können, die Äste mit verlängerten Zellen und verjüngt; sehr häufig abweichende Ausbildungsweisen durch Entwicklung scheinbar echter Verzweigungen oder von Scheinästen nach Art der Scytonemataceen oder durch Unterdrückung der Verzweigungen überhaupt, sowie durch verschiedene Entwicklung der Scheiden, die fest, wenn auch dünn sein können, aber auch völlig zerfließen; das Aussehen ist dann das anderer Gattungen oder selbst anderer Familien. Heterocysten interkalar, in manchen Ausbildungen fehlend. Dauerzellen in manchmal (unterbrochenen) Reihen. Hormogonien.

Ableitung des Namens: *μαστιγ* (Peitsche), *κλαδος* (Zweig).

Einzigste Art: *Mastigocladus laminosus* Cohn l. c. (*Hapalosiphon laminosus* Hansgirg ex Bornet et Flahault l. c. 55; *Merizomyria laminosa* Kützing), typische Thermalalge von kosmopolitischer Verbreitung, ausnahmsweise auch in kaltem Wasser. Fig. 88 b, 89.

Die Art stellt wohl die am meisten polymorphe Blaualge dar, die es gibt. Zahlreiche Verwechslungen und Mißdeutungen sind daher vorgekommen (vgl. die eingangs zitierte Literatur, besonders P. Frémy, wo das gesamte Schrifttum zusammengestellt ist; ferner J. Boye-Petersen, The Botany of Iceland II, Kopenhagen 1923; G. H. Schwabe in Verh. Deutsch. Wiss. Ver. Santiago (Chile) N. Folge 3, 1936, 121, Abb. 6, und in Arch. f. Hydrobiol., Suppl. VI, 1936).

Um einen gewissen Eindruck von der Formenmannigfaltigkeit zu geben, sei hier der Bestimmungsschlüssel der Formen und Unterformen wiedergegeben, den Frémy verfaßt hat; die zahlreichen begleitenden Abbildungen können hier nicht gebracht werden.

A. Ohne Heterocysten. — Aa. Unverzweigt. — Aaα. Fäden frei. — Aaα1. Ohne Scheiden. — Aaα1. Zellen mehr oder weniger zylindrisch: fa. *oscillarioides* Frémy. — Aaα1\*. Trichome gerade oder ein wenig geschlängelt: subfa. *subrecta* Frémy. — Aaα1\*\*. Trichome eingerollt: subfa. *circinata* Frémy. — Aaα12. Zellen kugelig oder ellipsoidisch: fa. *pseudanabaenoides* Frémy mit subfa. *subrecta* und *circinata* wie oben. — AaαII. Mit

<sup>1)</sup> Demgegenüber hielten Bornet und Flahault das Vorkommen echter Verzweigungen nach Art der Stigonemataceen für erwiesen, und im gleichen Sinne äußerte sich auch Frémy. Diese Autoren betrachten daher auch *Mastigocladus* nicht als eigene Gattung, sondern ziehen sie zu *Hapalosiphon*. Nach der hier im Anschluß an Borzi vertretenen Auffassung erscheint dies unmöglich.

(meist dünnen) Scheiden: fa. *lyngbyoides* Frémy. — **Aaβ**. Fäden miteinander vereinigt. — **AaβI**. Lager flächig: fa. *phormidioides* J. Boye-Petersen em. Frémy. — **AaβII**. Lager aus Bündeln bestehend: fa. *symplocoides* Frémy. — **Ab**. Mit meist einzelnen Scheinästen nach Art der Scytonemataceen: fa. *plectonematoïdes* Frémy.

**B**. Mit Heterocysten. — **Ba**. Unverzweigt. — **Baα**. Heterocysten nicht basal. — **BaαI**. Ohne oder mit sehr zarten Scheiden. — **BaαI1**. Trichome nicht *Nostoc*-artig hin- und hergebogen: fa. *anabaenoides* J. Boye-Petersen em. Frémy mit subfa. *subrecta* und *circinata* wie oben. — **BaαI2**. Trichome *Nostoc*-artig gebogen: fa. *nostocoides* Frémy. — **BaαII**. Mit deutlichen Scheiden: fa. *aulosiroïdes* Frémy. — **Baβ**. Mit basalen Heterocysten: fa. *microchaetoides* Frémy. — **Bb**. Verzweigt. — **Bbα**. Scheinverzweigt nach Art von *Tolypothrix*: fa. *tolypothrichoides* Frémy, nach Art von *Scytonema*: fa. *scytonematoïdes* Frémy. — **Bbβ**. Mit deutlichen oder undeutlichen (scheinbar echten) V-Verzweigungen: fa. *typica*, im ersten Fall subfa. *normalis*, im zweiten subfa. *brachytrichoides*.

Damit ist der Formenreichtum allerdings noch nicht erschöpft; G. H. Schwabe hat noch einige andere Ausbildungen gefunden.

Der entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang aller dieser Formen scheint auf den ersten Blick hin wenig glaubhaft. Er ist aber durch eingehende Untersuchungen wiederholt bewiesen worden. Daß in der Praxis, wo an einem Standort nicht alle Formen, sondern nur eine oder wenige Ausbildungsweisen anzutreffen sind, Fehlbestimmungen leicht vorkommen können, ist selbstverständlich<sup>1)</sup>. Die Abhängigkeit der Ausbildung von Außenfaktoren ist in manchen Fällen klar; so fand Copeland (in Ann. New York Ac. Sci. 36, 1936) im Yellowstone Park die fa. *anabaenoides* in sauren, die fa. *typica* in alkalischen Geisern. Von der Deutschen Sunda-Expedition (L. Geitler und F. Ruttner in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV, 1936, 673ff.) wurde die Art dagegen überhaupt nur in alkalischen Thermen aufgefunden. Mit der verschiedenen Azidität der Standorte hängt offenbar auch die Tatsache zusammen, daß in der Thallusgallerte Kalkkristalle vorhanden sein oder fehlen können.

Genaue Beobachtungen über verschiedene Thallusausbildung im Zusammenhang mit der Mikrozonation innerhalb eines Biotops machte G. H. Schwabe (l. c.). Er unterscheidet dabei einen Unterwassertyp, Randtyp, Oberflächentyp und Grenztyp. Dementsprechend ist die Ausbildung der Trichome sehr verschieden. Auch die Färbung der Thalli wechselt stark. In solchen Fällen ist der formative Einfluß der Umgebung ohne weiteres klar. Ob dagegen nicht außerdem ökologische Rassen vorkommen, die dann nicht als Formen, sondern als Varietäten zu betrachten sind (wie dies Copeland im Gegensatz zu Frémy tut), läßt sich noch nicht sicher entscheiden.

Das Ertragen niedriger Temperaturen wurde experimentell von A. Löwenstein (in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 21, 1903, 317) und V. Vouk (in Int. Rev. ges. Hydrobiol. 11, 1923) festgestellt; diese Feststellung stimmt zu dem gelegentlichen Vorkommen im kalten Wasser. Dennoch ist die Art eine typische Thermalalge, die ihr Optimum bei Temperaturen zwischen 30 und 60° C findet (vgl. Geitler und Ruttner l. c.).

Frémy und Schwabe haben die Entwicklungsgeschichte näher untersucht und im besonderen die Keimung der Dauerzellen und das Wachstum junger Trichome verfolgt. Der Keimling ist zunächst meist polar gebaut und besitzt ein dick- und kurzelliges basales Ende und ein langzelliges, verjüngtes apikales Ende. Doch kann die Polarität bald verwischt werden (wie dies auch bei anderen Blaualgen der Fall ist). Manchmal keimen die Dauerzellen auch gleichartig an beiden Enden aus, so daß von Anfang an keine Polarität vorhanden ist.

**2. Herpyzonema** Weber van Bosse, Siboga Exped., Leiden 1913, 36. — *Eleutheronema* Weber van Bosse bei Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 21 (1914) 354, nom. nudum. — Thallus aus verschieden gekrümmten, mehr oder weniger verschlungenen Fäden bestehend, haut- oder polsterförmig. Fäden einreihig, unregelmäßig V-förmig verzweigt. Scheiden dick, fest, geschichtet. Heterocysten interkalar. Hormogonien unbekannt. Bei *H. intermedium* Endosporenbildung in vergrößerten, zu Sporangien umgewandelten Zellen durch Teilungen nach drei Raumrichtungen wie bei *Pleurocapsalen* (?).

<sup>1)</sup> So ist z. B. die Unterscheidung der fa. *oscillarioides* von *Oscillatoria geminata* oft nur auf Grund einer sehr eingehenden Untersuchung möglich.

Ableitung des Namens: *ερπυζειν* (kriechen), *νημα* (Faden).

Leitart: *H. intermedium* Weber van Bosse l. c. Fig. 3–5, auf Kalksteinen in der Brandungszone auf der Insel Jef Fam, Niederl.-Indien. Fig. 90b, c.

Die Alge ist, was den allgemeinen Aufbau anlangt, eine typische Mastigocladacee und steht *Mastigocladus* nahe (vgl. auch Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 24, 1917, 202f.). Die Angabe der Endosporenbildung bei einer Hormogonale ist so einzigartig, daß sie wohl ohne weitere Bestätigung als unglaublich betrachtet werden muß. Borzi (l. c.), der Originalmaterial untersucht hat, macht von der Endosporenbildung keine Erwähnung. Die Abbildung Weber van Bosse spricht dafür, daß in dem *H.*-Lager eine sporenbildende Pleurocapsale eingestreut war: das kurze, in Sporenbildung begriffene abgebildete Fadenstück zeigt keine Differenzierung in Trichom und Scheide, wie sie gerade bei *H.* deutlich ausgeprägt ist; es kann also nicht zu *H.* gehören.

Eine zweite Art, *H. Lorentzii* Weber van Bosse l. c., wurde nur in ungenügender Menge in Neu-Guinea gefunden.

3. *Brachytrichia* Zanardini, Phyc. ind. Pug. (1872) 24, ex Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét., in Ann. Sci. Nat. Bot. 7. sér. IV (1886) 371. — *Hormactis* Thuret in Ann. Sci. Nat. 6. sér. I (1875) 376, 382. — Thallus mehr oder weniger halbkugelig oder flach, gallertig, im Alter innen hohl, zum Teil aus horizontal ausgebreiteten, lose verschlungenen Trichomen bestehend, von denen aus aufwärts gerichtete parallele oder radiäre Äste entspringen, welche aus V-förmigen Verzweigungen entstehen und am Ende in ein Haar ausgehen; oft deutliche Schlingenbildung. Trichome in gemeinsamer Gallerte. Hetero-

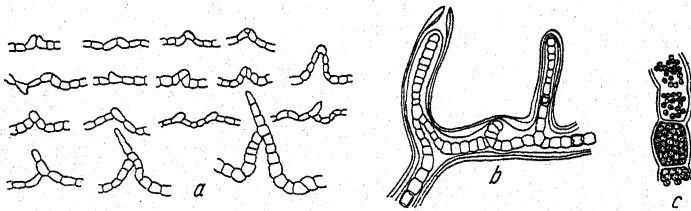


Fig. 90. a V-Verzweigung und Schlingenbildung von *Brachytrichia Quoyi* (Ag.) Born. et Flah. (= *Br. Balani* Born. et Flah.); — b, c *Herpyzonema intermedium* Weber van Bosse: b Faden mit V-Verzweigung, c angebliche Endosporenbildung (b, c 207/1). — a nach Ercegović, b, c nach Weber van Bosse.

cysten interkalar. Hormogonien nach Abwurf des Haares aus den aufrechten Fäden gebildet. Dauerzellen unbekannt.

Ableitung des Namens von *βοαρυς* (kurz) und *θριψ, τριχος* (Haar).

Leitart und wahrscheinlich einzige Art: *B. Quoyi* (Agardh) Bornet et Flahault l. c. 373 (*Nostoc Quoyi* Ag.; *Brachytrichia rivularioides* Zanardini) auf Steinen usw. an den Meeresküsten der ganzen Welt. Fig. 90a, 119 C. Diese Verbreitungsangabe ist nur dann zutreffend, wenn man zu der Art *B. Balani* (Lloyd) Bornet et Flahault, *B. maculans* Gomont, *B. Codii* Setchell und *B. affinis* Setchell et Gardner zieht, die einander sehr ähnlich sind und bestenfalls als Varietäten unterschieden werden könnten. Gardner (in Scient. Survey Porto Rico VIII, 2, 1932, 311) glaubt sie dagegen als Arten aufrecht-erhalten zu sollen. Die Unterschiede sind aber nur quantitative und beziehen sich vor allem auf die äußerliche Thallusbeschaffenheit und auf das Vorkommen. Was letzteres anlangt, so haben schon Bornet und Thuret (Notes alg. II, Paris 1880) nachgewiesen, daß am gleichen Standort nicht nur typische, auf Steinen sitzende Gallertlager vorkommen, sondern daß die Fäden auch in Rotalgen eindringen können und daselbst natürlich andere Wuchsformen ausbilden; das Vorkommen von „*B. Codii*“ in *Codium* verliert dadurch seine Besonderheit.

Die Entwicklungsgeschichte der Art wurde ausführlich von Bornet und Thuret l. c. untersucht und auf zwei farbigen Tafeln (43, 44) mit zahlreichen Einzelfiguren ausgezeichnet dargestellt. Die Autoren stellen auch fest, daß die Entwicklung bei den Arten *B. Quoyi* und *B. Balani* die gleiche ist und daß sich nur der fertige Thallus in der Größe unterscheidet. Nach diesen Untersuchungen ist es erwiesen, daß die Gattung in die nächste



Nähe von *Mastigocladus* zu stellen ist, und nicht, wie es früher geschah, als Rivulariaceae angesehen werden kann. Die einzige Ähnlichkeit mit den Rivulariaceen liegt in dem Besitz von Haaren; solche kommen aber auch in anderen Verwandtschaftskreisen vor (z. B. bei *Mastigocoleus*) und können kein systematisches Merkmal von größerer Bedeutung abgeben. Wesentlich ist die Art der Verzweigung, die typisch V-förmig ist bzw. in Schlingenbildung übergeht, wie dies auch bei *Kyrtuthrix* der Fall ist (vgl. Fig. 90a), oder echte Verzweigungen vortäuschen kann (vgl. besonders auch die Abbildungen bei Setchell und Gardner in Univ. Calif. Publ. Bot. 6, 1918, 476, Taf. 41). Deshalb stellt auch

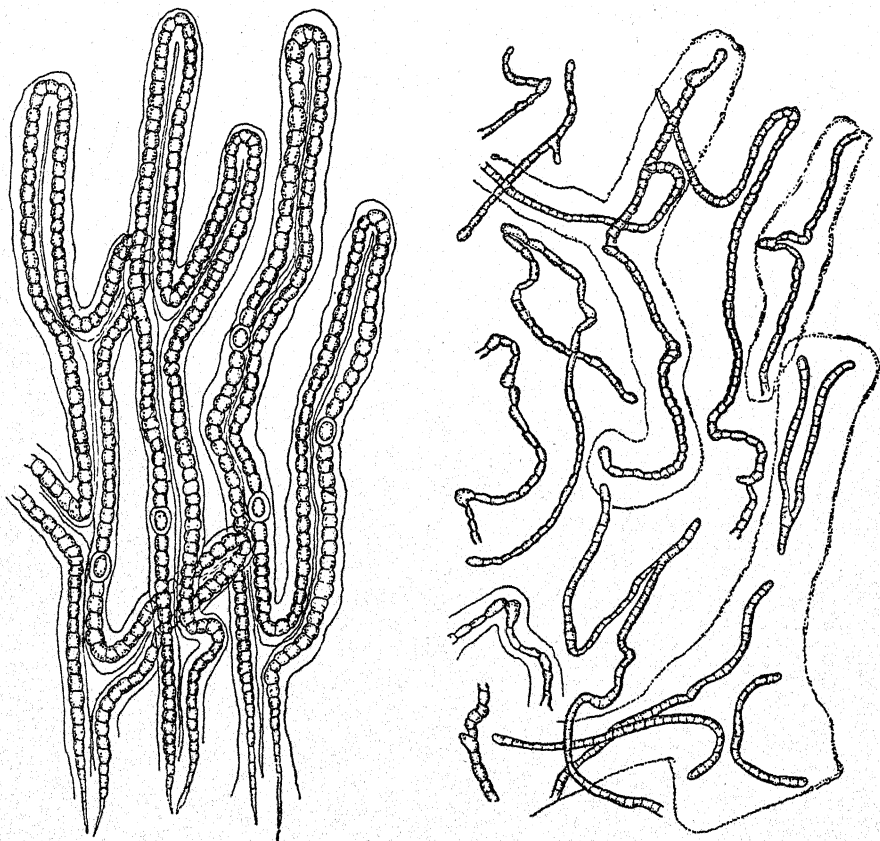


Fig. 91. Links: *Kyrtuthrix dalmatica* Erceg., Vertikalschnitt; rechts: *Adrianema adriaticum* (Erceg.) J. De-Toni. — Nach Ercegović.

Elenkin die Gattung zu den Mastigocladaceen und Gardner (l. c. 1932) betrachtet sie als Stigonemataceae aus der Verwandtschaft von *Hapalosiphon*.

4. *Kyrtuthrix* Ercegović in Arch. f. Protok. 66 (1929) 170, Fig. 3; Ann. de Prot. 2 (1929) Fig. 2, 3. — Thallus endolithisch, unregelmäßig ausgebreitet, aus mehr oder weniger parallelen, unter Schlingenbildung seitlich verzweigten Fäden bestehend, welche an den basalen Enden verjüngt sind und in einen kurzen, zugespitzten, haarartigen Endteil ausgehen. Scheiden fest, nicht verschleimend. Heterocysten interkalar. Hormogonien.

Ableitung des Namens von *κυρτος* (krumm) und *τριξ* (Haar).

Einzige Art: *K. dalmatica* Ercegović an Felsen der dalmatinischen Küste. Fig. 91.

Frémy (Cyan. Côtes d'Europe, in Mém. Soc. Nat. Sci. Nat. Cherbourg 41, 1934, 162) betrachtet die Art als zu *Brachytrichia* gehörig (*Br. dalmatica* (Ercegović) Frémy), da die

Verzweigung die gleiche wie bei *Brachytrichia* ist. Solange nicht nachgewiesen ist, daß auch *Brachytrichia Quoyi* endolithisch leben kann, ist eine Zusammenziehung verfrüht. — Umgekehrt meint Ercegović, daß Bornet und Thuret vielleicht *Kyrtothrix* vor sich gehabt haben und diese als Entwicklungsstadium von *Brachytrichia* aufgefaßt hätten. Eine endgültige Entscheidung kann nur durch erneute Untersuchung am Standort erfolgen.

5. *Adrianema* J. De-Toni, Noterelle nom. alg. (1936) 2. — *Lithonema* Ercegović in Ann. de Prot. 2, 1929, 136; non *Lithonema* Hassall 1852 (= *Oocardium* Näg., *Desmid.*). — Thallus unregelmäßig ausgebreitet, endolithisch, aus regellos angeordneten, verschlungenen, aber freien Fäden aufgebaut. Trichome einreihig, gleich breit oder an den Enden leicht verbreitert, mit V-Verzweigung bzw. Schlingenbildung. Heterocysten fehlen. Hormogonien unbekannt.

Ableitung des Namens nach dem Vorkommen in der Adria und von *vrha* (Faden).

Einzige Art: *A. adriaticum* (Ercegović) J. De-Toni (*Lithonema adriaticum* Ercegović l. c. 138, Fig. 39) in der Gezeitenzone auf einer dalmatinischen Insel. Fig. 91.

Frémy (Cyan. Côtes d'Europe, in Mém. Soc. Nat. Sci. Cherbourg 41, 1934, 194) meint, daß es sich um eine provisorische Gattung handelt, deren systematische Stellung unsicher ist. Letzteres trifft durchaus nicht zu; es handelt sich vielmehr um eine mit *Brachytrichia* und *Kyrtothrix* fast völlig übereinstimmende Form, die sich wesentlich nur durch das Fehlen von Heterocysten von diesen unterscheidet. Da die Art nur einmal gefunden wurde, ist es vielleicht möglich, daß es sich bloß um ein zufälliges Fehlen der Heterocysten handelt; die Art wäre dann mit *Kyrtothrix dalmatica* identisch oder, falls diese tatsächlich nur ein Stadium von *Brachytrichia Quoyi* ist, mit dieser. Da die Heterocysten z. B. auch bei *Mastigocladus* in gewissen Entwicklungsstadien fehlen können, ist diese Annahme nicht unwahrscheinlich. Weitere Untersuchungen sind jedenfalls nötig.

## Borzinemataceae

Geitler nov. nom. — *Diplonemeae* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 23 (1916) 570 pro parte. — *Diplonemataceae* (Borzi) Elenkin, Monogr. Alg. Cyan. 1 (1936) Moskau-Leningrad. — Der Name *Diplonemataceae* mußte geändert werden, da J. De-Toni die Gattung *Diplonema* (aus nomenklatorischen Gründen) in *Borzinema* umbenannt hat.

**Wichtigste Literatur:** Borzi l. c. und ebenda 24 (1917) 103.

**Merkmale.** Thallus festgeheftet, meist mit kriechenden und aufrechten Fäden. Trichome einreihig, scheinverzweigt oder außerdem auch scheinbar echt verzweigt. Fäden in den alten Teilen oft torulös und vom Habitus der Stigonemataceen. Heterocysten vorhanden oder fehlend. Hormogonien zum Teil unbekannt. Hormocysten und Dauerzellen vorhanden oder fehlend.

**Aufbau und Verwandtschaftsverhältnisse.** Borzi betrachtete die hier zusammengefaßten Formen als eine Untergruppe der Stigonemataceen. Da aber typisch echte Verzweigungen fehlen, stellte ich die Gattungen später konsequenterweise zu den Scytonemataceen (in Beih. Bot. Cbl. 2. Abt. 41, 1925 u. a. a. Orten). Durch die inzwischen erfolgte Entdeckung der Gattung *Handeliella*, welche eine Verzweigung besitzt, die sich sowohl als echte wie als extrem modifizierte unechte Astbildung auffassen läßt, ist die Aufstellung einer eigenen Familie angezeigt. Auch durch die Tatsache, auf die schon Borzi besonders hinwies, daß die Formen habituell den Stigonemataceen nahestehen, ist dieses Verfahren gerechtfertigt. Die Familie stellt in jeder Hinsicht ein Bindeglied zwischen Stigonemataceen und Scytonemataceen dar.

Was die manchmal auftretende „scheinbar echte“ Verzweigung anlangt (vgl. die Figuren), so gelten dieselben Gesichtspunkte wie im Fall der Verzweigungen mancher Mastigocladaceen (vgl. die Erörterung auf S. 136). Es läßt sich im besonderen bei *Handeliella* nicht sagen, ob die Äste extrem abgewinkelte Scheinäste sind oder ob sie primär auf eine Längsteilung im Hauptfaden zurückgehen. Skuja betrachtet diese Art der Verzweigung als echte. Da aber im allgemeinen typische Scheinverzweigungen auftreten — was bei Stigonemataceen nicht oder nur ausnahmsweise der Fall ist — so gehören alle

diese Formen jedenfalls typisch nicht zu den Stigonemataceen. Auch Skuja denkt daher für *Handeliella* an die Aufstellung einer eigenen Familie. Es empfiehlt sich, die Borzischen *Diplonemeae* dazu zu nehmen, wie dies hier geschieht. Dem Umfang nach entspricht die Familie der Elenkinschen Familie der *Diplonemataceae* zuzüglich *Handeliella*.

### Einteilung der Familie

- A. Gewöhnliche Fortpflanzungsweise durch Hormogonienbildung.  
 a) Aufrechte Fäden wiederholt scheidichotom scheinverzweigt, nicht in Bündeln (S. 142) . . . . . 1. **Borzinema**  
 b) Aufrechte Fäden unregelmäßig scheinverzweigt, in Bündeln (S. 142) . . . . . 2. **Seguenzaea**  
 B. Gewöhnliche Fortpflanzungsweise durch Hormocystenbildung.  
 a) Thallus größtenteils aus aufrechten, parallelen Fäden bestehend, gezont (S. 143) . . . . . 3. **Handeliella**  
 b) Thallus anders, Fäden frei oder in Bündeln (S. 144) . . . . . 4. **Spelaecopogon**

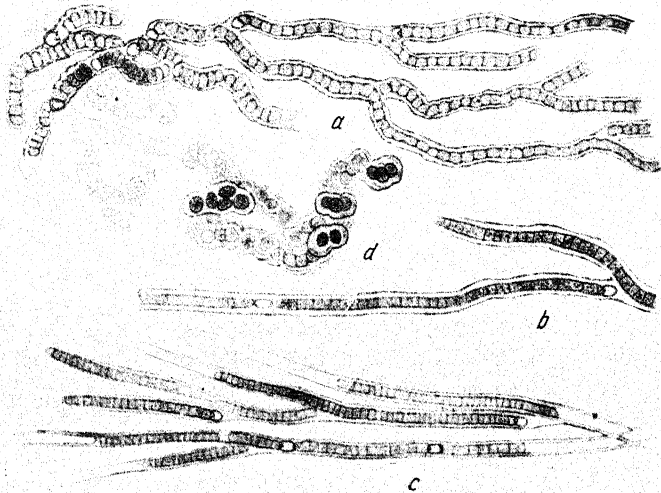


Fig. 92. *Borzinema (Diplonema) rupicola* (Borzi) J. De-Toni. *a* ältester, *b* jüngerer, *c* jüngster Teil eines Lagers (in *c* Hormogonienbildung), *d* Chroococcalenstadium ( $^{200}/_1$ ). — Nach Borzi.

1. **Borzinema** J. De-Toni, *Noterelle* nom. alg. (1936) 2. — *Diplonema* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 103, Taf. 9, Fig. 46, 47; non *Diplonema* Kjellm. 1855 = *Enteromorpha*; nec De Not. 1846 = *Chaetomorpha*, *Chlorophyceae*; nec G. Don 1837 = *Euclea*, *Ebenaceae*. — Fäden niederliegend, frei, ein dünnes filziges Lager bildend, regelmäßig scheinverzweigt; Äste einzeln. Ältere Abschnitte der Fäden dick, torulös, mit dicken und geschichteten Scheiden, jüngere zylindrisch, gegen die Enden zu leicht verjüngt, mit dünnen ungeschichteten Scheiden. Heterocysten interkalar, oft an der Basis der Scheinverzweigungen. Chroococcalen-Stadium aus den ältesten Fadenteilen. Hormogonien aus den Enden der Fäden.

Nach dem italienischen Algologen A. Borzi benannt; *μηνα* (Faden).

Einzige Art: *B. rupicola* (Borzi) J. De-Toni l. c. (= *Diplonema rupicola* Borzi l. c.) an feuchten Felsen und Mauern in der Umgebung von Messina. Fig. 92. Wahrscheinlich weiter verbreitet, aber wohl verwechselt.

Die Verzweigung ist im allgemeinen eine typische Scheinverzweigung; nur in den ältesten Fadenabschnitten können echte Verzweigungen vorgetäuscht werden.

2. **Seguenzaea** Borzi in Atti Congr. Nat. Milano 1906; N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 198. — Trichome spärlich scheinverzweigt; Scheinäste einzeln oder zu zweien. Fäden von zweierlei Art: die einen kriechend, größtenteils torulös, einen hinfalligen Hypothallus bildend, die anderen aufrecht, zylindrisch, sehr lang, parallel in dichten Bündeln vereinigt,

Lager daher rasenartig. Scheiden eng, nicht geschichtet. Heterocysten interkalar, oft sehr lang. Hormogonien zu mehreren hintereinander aus den jüngsten Teilen der aufrechten Fäden gebildet, acht- bis zehnzellig. Chroococcalen-Stadium durch Zerfall alter Fadenteile in *Chroococcus*-artige Zellen bzw. zweizellige Gruppen mit Dauerzellularfunktion.

Benannt nach dem italienischen Geologen und Floristen G. Seguenza.

Leitart: *S. sicula* Borzi l. c. Taf. 8, Fig. 26–34, zwischen Moosen an feuchten Felsen in Sizilien. Fig. 93. Eine zweite ähnliche Art, *S. minor* Geitler, in Warmhäusern. — Beide Arten sind wohl weiter verbreitet, können aber mit *Tolypothrix*-Arten (z. B. *T. distorta* var. *symplocoides*) verwechselt werden. Echte Verzweigungen können durch Austreiben der Gonidien in situ vorgetäuscht werden (vgl. Fig. 93i).

3. *Handeliella* Skuja in Handel-Mazzetti, Symb. Sinicae I (1937) 30, Abb. 4. — Thallus ausgebreitet, krustig, innen gezont. Fäden größtenteils aufrecht, parallel oder leicht verflochten, seitlich dicht zusammenschließend, im oberen Teilscheinverzweigt, die Scheinäste kurz und oft Hormocysten bildend und aufrecht abstehend, im unteren Teil mit einzelnen echten Verzweigungen, welche im rechten Winkel abgehen und weiter oben sich aufwärts biegen. Scheiden in den alten (basalen) Fadenteilen meist farblos, homogen und dünner, zum Teil zerfließend, weiter oben divergierend geschichtet, die inneren Schichten dick und gelbbraun, die äußeren dünn, gelb oder farblos. Trichome immer einreihig, mit tonnenförmigen Zellen. Heterocysten interkalar oder basal, einzeln. Fortpflanzung durch Hormocysten oder Fragmentation der aufrechten Fäden.

Benannt nach dem deutschen Botaniker H. Freiherr von Handel-Mazzetti, der die Pflanze gesammelt hat; geb. 19. Febr. 1882 in Wien, dort gest. 1. Febr. 1940.

Einzige Art: *H. Stockmayeri* Skuja l. c. Abb. 4, bildet samt-

artige, polster- bis krustenförmige Lager, die infolge wechselnder Wachstums- und Vermehrungsvorgänge schichtenförmige Zonen besitzen; bisher nur einmal auf einer trockenen Mauer in Yunnan (China) beobachtet. Fig. 94.

Die Alge kann, ohne Beachtung der echten basalen Verzweigungen, für eine *Hassallia*- oder *Scytonema*-Art gehalten werden. Die Bezeichnung „echte“ Verzweigung erfolgt hier im Anschluß an die Auffassung Skujas. Meine Untersuchung des Originalmaterials, von dem mir Herr Dr. H. Skuja freundlicherweise eine Probe übersandte, ergab, daß sich die basalen Verzweigungen oft als Grenzfälle von echten Verzweigungen auffassen lassen; in einzelnen Fällen erfolgen aber tatsächlich Längsteilungen von Zellen, so daß eigentlich kein Unterschied gegenüber echten Verzweigungen besteht. — Das bezeichnende Aussehen der Alge und ihre Entwicklung ergibt sich aus Fig. 94. Unter den gegebenen Bedingungen wurden, wie dies ja auch bei anderen Borzinemataceen der Fall ist, keine Hormogonien gebildet; unter anderen Umständen können sie aber wahrscheinlich gebildet werden. Daß die Alge eine typische Hormogonale ist, ergibt sich ohne weiteres aus dem Besitz von Heterocysten.

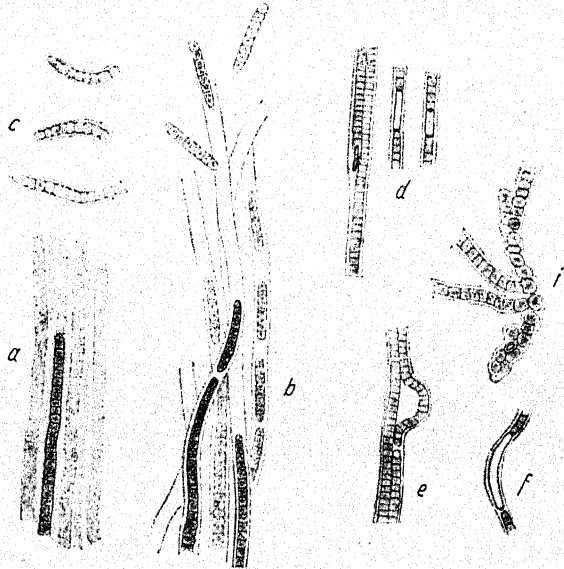


Fig. 93. *Seguenzaea sicula* Borzi. a, b oberer Teil eines Lagers (in b Hormogonienbildung), c auswachsende Hormogonien, d—f Einzelbilder von Fäden mit zum Teil langen Heterocysten, g—i nicht freigewordene, in situ keimende Gonidien ( $200\times$ ). —

Nach Borzi.

4. *Spelaeopogon* Borzi in Boll. R. Orto Bot. Palermo (1905), Append., 170<sup>1)</sup>; in N. Giorn. Bot. Ital. 24 (1917) 107. — Fäden frei, unregelmäßig scheinverzweigt, in alten Abschnitten scheinbar echt verzweigt, kriechend oder auch aufsteigend, manchmal in Bündeln, torulös oder stellenweise zylindrisch. Heterocysten spärlich, interkalar, einzeln, oder fehlend. Hormocysten einzeln oder zu mehreren hintereinander, acht- bis vielzellig, mit dicker, fester Scheide. Hormogonien unbekannt. Dauerzellen bei einer Art bekannt, in Reihen.

Ableitung des Namens von *σπηλαιον* (Höhle) und *πωγων* (Bart).

Leitart: *Sp. Sommieri* Borzi l. c. Taf. 9, Fig. 39, 40, zwischen Moosen in Höhlen auf den Inseln Lampedusa und Gozo im Mittelmeer; ähnlich *S. Cavaræ* Borzi, auf feuchten Steinen in Sizilien, beide mit Heterocysten; *Sp. lucifugus* Borzi an feuchten, verschmutzten Mauern in Sizilien, ohne Heterocysten. Fig. 95.

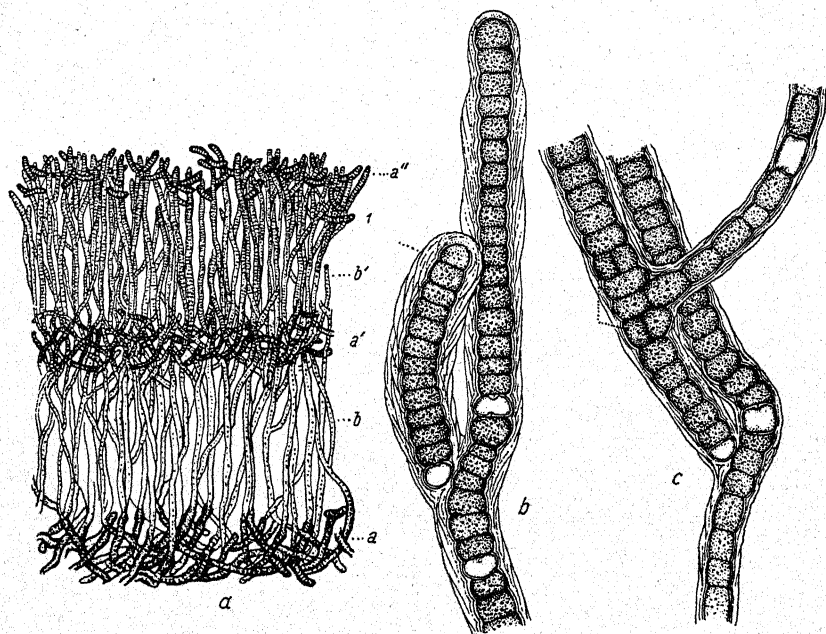


Fig. 94. *Handeltiella Stockmayeri* Skuja. a Vertikalschnitt durch das Lager: a aus Hormocysten hervorgegangene ältere bräunliche Thalluspartie, b schwach gefärbte schnell wachsende Zone, a' zweite Hormocysten bildende Zone, b' zweite Zuwachszone, a'' dritte Hormocysten bildende Zone; b Hormocystenbildung; c Scheinverzweigung und echte Verzweigung. (a  $\frac{34}{1}$ , b, c  $\frac{360}{1}$ ). — Nach Skuja.

Die Arten sind wahrscheinlich weiter verbreitet, wurden aber vermutlich mit *Tolypothrix* oder *Hassallia* verwechselt.

*Sp. Fridericii* Budde ist unzureichend beschrieben (vgl. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl., XIV, 1930–1932, 700). — *Sp. Kashyapi* Bharadwaya = *Scytonematopsis Kashyapi* (Bharadwaya) Geitler.

#### Anhang zu den Borzinemataceen: Unsichere Gattung

*Schmidleinema* J. De-Toni, Noterelle nom. alg. (1936) 5. — *Camptylonema* Schmidle<sup>2)</sup> in Hedwigia 39 (1900) 181; non *Campylonema* Poir. 1823 = *Campynema* Labill., *Amaryllid*. — „Fäden einen mehr oder weniger halbkreisförmigen Bogen bildend, mit medianen, später

<sup>1)</sup> In Atti Congr. Nat. ital. Milano 1906 (1907) 372; in N. Notarisia 18 (1907) 38; in De-Toni. Syll. Alg. 5 (1907) 703; in S. Sommier, Le Isole Pelagie (1908) 170.

<sup>2)</sup> Der Name ist unrichtig gebildet und sollte *Campylonema* lauten, wie auch Forti in De-Toni. Syll. Alg. (1907) 540, schreibt (καμπυλος, gekrümmt).

auch mit seitlichen Grenzzellen, beiderseits aufwärts wachsend, am Grund des Bogens sich auflösend und zuletzt oberhalb mit echten und unechten Seitenzweigen, einreihig, bescheidet, und an den Enden bescheidete Pseudohormogonien abschnürend.“

Leitart: *Sch. indicum* (Schmidle) J. De-Toni l. c. (= *Camptylonema indicum* Schmidle l. c. Taf. 10, Fig. 1—12 = *Stigonema indica* Schmidle in Allg. Bot. Zeitschr. 6, 1900, 54) bildet lockere Rasen auf Lebermoosen in Indien.

Die „Pseudohormogonien“ sind offenbar Hormocysten. Das Merkmal der an beiden Enden aufsteigenden Fadenenden, das für die Aufstellung der Gattung bestimmend war, findet sich als Jugendstadium bei verschiedenen Stigonemataceen und Scytonemataceen. Im vorliegenden Fall handelt es sich offenbar um eine Borzinematacee oder Stigonematacee, welche dieses Stadium vielleicht länger und auffallender als gewöhnlich festgehalten hat. Soweit sich nach den Abbildungen urteilen läßt, lag Schmidle eine *Fischerella* vor.

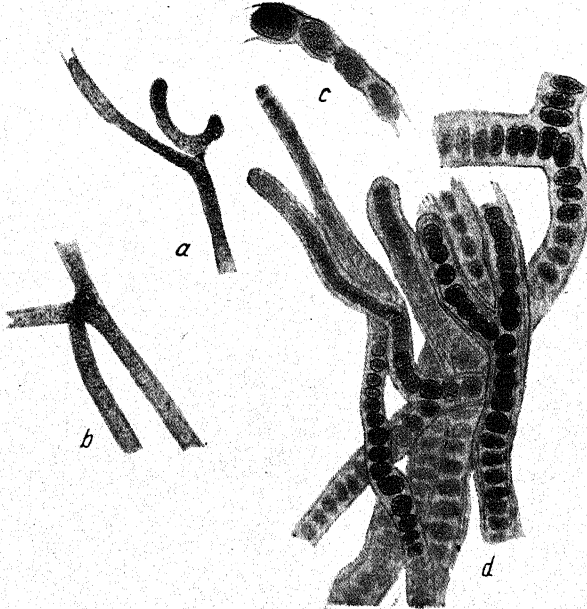


Fig. 95. a, b *Spelaeopogon Sommieri* Borzi, Scheinastbildung ( $^{200}/_1$ ); c, d *Spelaeopogon Cavarrae* Borzi, Dauerzellen und Teil eines Lagers ( $^{200}/_1$ ). — Nach Borzi.

Ghose (in New Phytol. 19, 1920, 35, Fig. 1—6) beschrieb eine zweite Art als *Campylonema lahorensis*, welche zwar das Gattungsmerkmal, die halbkreisförmig aufgebogenen Fäden besitzt, aber nur Scheinverzweigungen ausbildet; die Alge bildet wollige, im basalen Teil schleimige Lager auf Erde in Indien. Es handelt sich offenbar um eine Scytonematacee. — Eine dritte, ähnliche Art fand Hollerbach (in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. USSR., Ser. II, 1934, 40) auf Sandboden bei Leningrad.

## Scytonemataceae

Rabenhorst, Fl. Eur. Alg. II (1865) 2 ex Bornet et Flahault, in Ann. sc. nat. 7 sér. V (1887) 81 (exkl. *Microchaete*). — *Scytonemataceae* (Kütz.) Elenkin und *Hydrocorynaceae* Elenkin.

Literatur s. bei den einzelnen Gattungen.

**Merkmale.** Trichome immer einreihig, in ihrer ganzen Länge gleich breit oder am äußersten (meristematischen) Ende schwach verjüngt (aber ohne Haare) oder schwach verbreitert, oft mit deutlicher Polarisierung (Differenzierung in Basis und Spitze), schein-



verzweigt. Scheinäste einzeln oder doppelt, durch Ausbiegen des Trichoms an interkalaren Unterbrechungen (Heterocysten, tote Zellen) des Trichoms des Hauptfadens entstehend oder durch Aufreißern einer seitlichen Schlinge des Haupttrichoms gebildet, aber nie V-förmig oder scheinbar echt wie bei den Mastigocladaceen. Meist ausgesprochenes Spitzenwachstum. Haare fehlen. Scheiden fest oder etwas schleimig, oft dick und geschichtet. Heterocysten interkalar, zweitüpfelig oder eintüpfelig, bei *Plectonema* fehlend. Hormogonien aus den jüngsten Trichomteilen entstehend. Dauerzellen vereinzelt vorkommend. Chroococcalen-Stadium anscheinend immer fehlend.

**Verwandtschaftsverhältnisse.** Die Scytonemataceen schließen sich zwanglos an die Borzinemataceen an, durch welche sie auch mit den Stigonemataceen verbunden sind. Andererseits stehen ihnen die Microchaetaceen nahe, welche gewissermaßen vereinfachte Scytonemataceen darstellen. Die für die Familie bezeichnende Art der Scheinastbildung findet sich außer bei den Borzinemataceen und Mastigocladaceen auch bei den Rivulariaceen, die aber Haare ausbilden. Längsteilungen der Trichomzellen kommen niemals vor; der Abstand von den Stigonemataceen und ähnlichen ist also deutlich. *Plectonema* vermittelt den Anschluß an die Oscillatoriaceen (vgl. weiter unten). *Scytonematopsis* zeigt eine Annäherung an die Rivulariaceen.

**Systematik.** Die Abgrenzung der Familie ist gegenüber den Borzinemataceen und Microchaetaceen nicht ganz scharf, dennoch ist der Typus der Familie, wie er durch *Scytonema*, *Tolypothrix* u. a. gegeben ist, deutlich hervortretend. Eine starke Annäherung an die Oscillatoriaceen ist durch *Plectonema* gegeben, das sich von *Lyngbya* nur durch die Scheinastbildung unterscheidet. Bornet und Flahault (l. c.) und andere Autoren stellen *Plectonema* deshalb zu den Oscillatoriaceen, indem sie auf das Fehlen der Heterocysten mehr Gewicht als auf die Scheinastbildung legen. Dies läßt sich aber deshalb nicht vertreten, weil gerade der Besitz von Heterocysten innerhalb natürlicher Formenkreise Schwankungen zeigt. So gibt es Stigonemataceen mit und ohne Heterocysten und selbst innerhalb einer Gattung können Heterocysten fehlen oder vorhanden sein (*Stauromatonema*, *Spelaopogon*). Andererseits läßt sich nicht leugnen, daß auch die Scheinastbildung kein völlig scharfes Unterscheidungsmerkmal abgibt; so bilden manche *Plectonema*-Arten so spärlich Scheinäste, daß sie wirklich oft schwer von Lyngbyen zu unterscheiden sind. Dies zeigt, daß hier natürliche Übergänge vorhanden sind; die systematische Einteilung wird dadurch mehr oder weniger künstlich, wie dies bei natürlichen Gruppen die Regel ist.

Das gleiche gilt vielfach auch für die Abgrenzung der Gattungen. So sind namentlich *Scytonema*, *Petalonema*, *Tolypothrix* und *Hassallia* durch Zwischenformen miteinander verbunden. Deshalb wurden auch die beiden ersten und die beiden letzten oft zu je einer Gattung zusammengefaßt. Der Unterschied zwischen diesen Gattungen *Scytonema* sensu lato und *Tolypothrix* s. lat. besteht dann darin, daß die Scheinäste paarweise oder einzeln gebildet werden. Auch dieser Unterschied ist aber nicht scharf, da es *Scytonema*-Arten mit zusätzlichen einfachen Ästen, und *Tolypothrix*-Arten mit zusätzlichen doppelten Ästen gibt. Bharadwaja (in Revue alg. 7, 1934, 149) hat sich um eine klare Fassung der Unterschiede bemüht und kommt zu folgender Abgrenzung: *Scytonema* hat einzelne oder paarweise Äste, die an der Seite zweitüpfeliger Heterocysten oder abgestorbener Zellen entspringen oder durch Schlingenbildung entstehen; *Tolypothrix* bildet einzelne Äste an der Seite eintüpfeliger (terminaler) Heterocysten oder ihnen anliegender toter Zellen und zusätzlich auch paarweise Äste nach Art von *Scytonema*. Mit anderen Worten läßt sich dieser Unterschied wohl so formulieren, daß *Tolypothrix* (und *Hassallia*) im Gegensatz zu *Scytonema* (und *Petalonema*) polarisiert sind und Seitenäste bilden, die an einer basal-terminalen<sup>1)</sup> Heterocyste beginnen.

Die Gattung *Paraplectonema* Frémy (in Arch. de Bot. 3, 1930, 178) ist zu streichen, da es sich um eine Trichobacteriacee (*Crenothrix*) handelt (vgl. auch H. Skuja in Handel-Mazzetti, Symb. Sinicae I, 1937, 45).

<sup>1)</sup> „Basal-terminal“ in bezug auf das jeweilige Stück des unterbrochenen Hauptfadens (vgl. die Figuren).

## Einteilung der Familie

## A. Heterocysten vorhanden.

a) Scheiden typisch nur ein Trichom enthaltend<sup>1)</sup>.

## α) Trichome gegen den Scheitel zu nicht oder kaum verjüngt.

## I. Scheinäste typisch paarweise, nicht an basal-terminalen Heterocysten beginnend.

1. Scheiden dünn oder mäßig dick (S. 147) . . . . . 1. **Scytonema**
2. Scheiden sehr dick, immer auffallend divergierend geschichtet (S. 151) . . . . . 2. **Petalonema**

## II. Scheinäste typisch einzeln, an basal-terminalen Heterocysten beginnend.

1. Fäden biegsam; meist Wasserformen (S. 151) . . . . . 3. **Tolypothrix**
2. Fäden brüchig; Landformen; Zellen meist kurz scheibenförmig (S. 153) . . . . . 4. **Hassallia**

β) Trichome gegen den Scheitel zu deutlich verjüngt (S. 154) 5. **Scytonematopsis**

## b) Scheiden typisch mehrere Trichome enthaltend.

α) Fäden in pinselförmigen Büscheln, reich verzweigt; Heterocysten meist basal-terminal (S. 154) . . . . . 6. **Coleodesmium**β) Fäden mehr oder weniger parallel, verflochten, Thallus formlos; Äste spärlich, Heterocysten meist interkalar (S. 156) . . . . . 7. **Hydrocoryne**B. Heterocysten fehlen (S. 156) . . . . . 8. **Plectonema**

1. **Scytonema** C. A. Agardh, Syst. Alg. (1824) 26 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 85; excl. *Petalonema* Berkeley. — *Dillwynella* Bory in Dict. class. I (1822) 593; V, 507; XVII, 29; vgl. Bornet in Bull. Soc. Bot. France XXXVI (1889) 155; A. Le Jolis in Mém. Soc. nat. Sci. nat. math. Cherbourg XXX (1896) 193. — *Inoconia* Libert in Ann. Soc. Linn. Paris V (1826) 402, Mém. Soc. Linn. Paris V (1827) 402, Taf. V, Fig. 1. — *Drilosiphon* Kützting, Phyc. gen. (1843) 214. — *Symphysiphon* Kützting, Phyc. gen. (1843) 218 p. p. — *Diplocolon* Nägeli apud Itzigsohn, Phyk. Stud., in Nova Acta Acad. Caes. Leop. XXVI, I (1857) 160, Taf. XI, ex Bornet et Flahault in Ann. Sci. Nat. 7. sér. V (1887) 129. — *Chrysostigma* Kirchner in Cohn, Kryptogamenfl. Schlesien II (1878) 238. — Fäden frei oder manchmal in Bündeln, verschieden gewunden, niederliegend oder aufrecht; Thallus rasenförmig, büschelig oder krustig. Scheinverzweigungen meist zu zweien, zwischen zwei Heterocysten als Ausbiegung einer Trichomschlinge entstehend oder zu beiden Seiten von Heterocysten oder toten Zellen entspringend. Scheiden fest, meist deutlich geschichtet, die Schichten fast parallel oder divergierend und dann aus ineinandersteckenden Trichterstücken aufgebaut, aber nicht die Mächtigkeit und Deutlichkeit wie bei *Petalonema* erreichend, außen nicht mit besonderer Hautschicht („Kutikula“). Trichome mit Scheitelmeristem, daher hier meist breiter und kurz-zelliger; aus interkalaren Meristemen entwickeln sich die Seitenzweige. Heterocysten typisch interkalar. Hormogonien aus den Enden der Trichome. Angaben über Dauerzellen unsicher.

Ableitung des Namens: *στυτος* (Leder), *νημα* (Faden).

Wichtigste Literatur. Y. Bharadwaya in Rev. alg. 7 (1934) 149. — E. Bornet et G. Thuret, Notes algol., Paris (1876, 1880). — L. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1930—1932); in Linsbauer, Handb. Pflanzenanat. VI. 1 B (1936), 28, 98, 101.

Über die Scheinastbildung und die Beziehungen zu anderen Gattungen wurde das Wesentliche bereits in der Familieneinleitung gesagt. Hier sei nachgetragen, daß das Aussehen der Scheinverzweigungen, die an toten Zellen entspringen, auch dadurch mitbestimmt wird, daß die Äste eines Paares nach der gleichen Seite auswachsen oder sich überkreuzen können. Sie können ferner gleiche Entwicklung nehmen, oder der eine kann in der Entwicklung zurückbleiben oder auch ganz unterdrückt werden; in diesem Fall entsteht eine äußerliche Ähnlichkeit mit *Tolypothrix*.

<sup>1)</sup> Ausnahmsweise können bei *Scytonema* (z. B. *Sc. crustaceum*), *Tolypothrix* und *Petalonema* mehrere Trichome in einer Scheide liegen.

Die Scheitelmeristeme sind, wie auch bei Stigonemataceen mit typischem Spitzenwachstum, in der Regel sehr auffallend von den übrigen Trichomabschnitten verschieden. Ihre Zellen sind dicker und kürzer (erhöhte Teilungsfrequenz!) und tonnenförmig, die Endzelle ist oft kugelförmig vorgewölbt; alle Zellen sind blaß orangefarbig oder rötlich, was auf dem Vorherrschen der Karotinoide bzw. der verspäteten Ausbildung von Chlorophyll und der anderen Assimilationspigmente beruht. Die meristematischen Zellen enthalten daher auch keine oder wenige Assimilate. Ganz ähnlich verhalten sich die interkalaren Meristeme in Fällen, wo Schlingen gebildet werden (Fig. 12 a—c). Im Unterschied zu diesen Verhältnissen werden die Zellen alter Trichomabschnitte außerordentlich lang und schmal und zylindrisch (Fig. 96 e, f). Bei manchen Arten ist das Scheitelmeristem dagegen leicht verjüngt (Fig. 96 a—d).

Die Scheiden können parallel — manchmal auch undeutlich — geschichtet sein oder sind aus gegen den Scheitel zu divergierenden Schichten aufgebaut. Der Unterschied

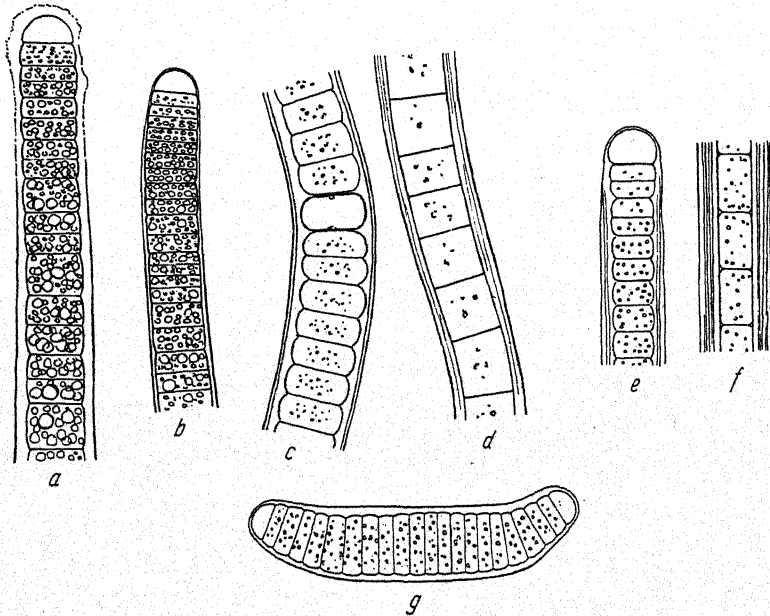


Fig. 96. a—d, g *Scytonema coactile* var. *thermale* Geitl.: a, b Fadenenden mit Spitzenmeristem, c alterer, d ältester Fadenabschnitt, g austreibendes Hormogonium; e, f *Scytonema mirabile* (Dillw.) Born., Fadenende und alter Fadenabschnitt. — Nach Geitler.

ist nicht grundsätzlich, vielmehr ist auch die scheinbar parallele Schichtung offenbar leicht divergierend. Der Aufbau der Scheide beruht darauf, daß vom wachsenden Scheitel her durch Apposition neue Schichten gebildet werden, die ihrerseits durch Intussuszeption weiterwachsen, wie dies Correns (in Flora 1889) bei *Petalonema alatum* näher verfolgt hat. Die Sektionen *Euscytonema* (mit „parallelen“) und *Myochrotes* (mit divergierenden) Schichten haben daher nur praktischen Wert. Eine Steigerung der Schichtung zeigen dann jene Arten, die hier im Anschluß an Kirchner und Lemmermann als eigene Gattung *Petalonema* geführt werden. Es kommt bei *Petalonema alatum*, der Leitart, allerdings noch hinzu, daß die Oberfläche der Scheide von einem zarten kutikula-artigen Häutchen überzogen ist, das bei *Scytonema* fehlt. Die Beibehaltung der Gattung *Petalonema* empfiehlt sich aus praktischen Gründen.

Im ganzen sind etwa 50 Arten bekannt, die aber zum Teil nicht aufrechterhalten werden können, da es sich offenbar um bloße Standortsformen handelt; auch sind anscheinend Verwechslungen mit *Tolypothrix*-Arten unterlaufen. Fast alle Arten sind Be-

wohner des Süßwassers oder feuchter bis trockener Felsen u. dgl., darunter viele Kosmopoliten und sehr häufige Leitformen bestimmter Biotope. Die Scheiden der Landformen werden, besonders im Hochgebirge und in den polaren Regionen (wie auch bei Stigonemen u. a.), stark pigmentiert (braun bis fast schwarz). *Sc. myochrous* Ag. ex Born. et Flah. ist ein typischer Besiedler feuchter Kalkfelsen; einige Arten leben in Thermen. *Sc. Millei* Born., *Sc. Schmidtii* Gom., *Sc. javanicum* (Kütz.) Born. u. a. sind anscheinend nur tropisch verbreitet.

*Sc. julianum* (Kütz.) Menegh. ist durch die auffallende Inkrustation der Außenseite der Scheide mit Kalkkriställchen bemerkenswert (Fig. 24); die makroskopische Färbung der rasenförmigen, luftlebigen Lager ist ein bezeichnendes weißliches Blaugrün wie bei manchen *Penicillium*-Schimmeln, das durch die blaugüne Eigenfärbung der Trichome und der Lichtreflexion an der Kalkhülle zustande kommt. Die Art ist sehr häufig in Warmhäusern auf Blumentöpfen u. dgl. anzutreffen und bildet, wenn sie ungestört wachsen kann, oft Massenvegetationen (vgl. auch L. Geitler in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 40 (1922) 285 und in Linsbauer, Handb. Pflanzenanat. VI. 1 B, 1936, 37f.; K. Schönerleher in Arch. f. Protok. 88, 1936, 36). Ihre Vereinigung mit dem unverkalkten *Sc. Hofmannii* Ag., die von vielen Autoren vorgenommen wird, ist nicht gerechtfertigt, da die Art der Kalkbildung von *Sc. julianum* durchaus spezifisch ist; Kalkausscheidung überhaupt kann allerdings auch bei anderen Arten auftreten.

Scytonemen kommen als Gonidien der Flechten *Thermutis*, *Dictyonema* u. a. vor; manche Angaben bedürfen aber noch der Überprüfung; für *Placynthium* z. B. hat sich herausgestellt, daß das vermeintliche *Scytonema* eine Rivulariacee (*Dichothrix*) ist (L. Geitler in Arch. f. Protok. 82, 1934, 62); ähnliche Verwechslungen dürften auch in anderen Fällen vorgekommen sein.

Leitart: *Sc. Hofmannii* Ag. ex Bornet et Flahault l. c. 97, bildet an Felsen, Holz, Erde rasenförmige oder polsterige Lager mit aufrechten, gebündelten Fäden; kosmopolitisch. Fig. 12d.

Von den zahlreichen, aber vielfach ungenügend bekannten Arten können im folgenden nur einige der wichtigsten angeführt werden, soweit sie nicht schon erwähnt wurden.

**A.** Scheiden parallel geschichtet; Wasserbewohner: *Sc. crispum* (Ag.) Bornet (*Sc. cinnatum* Thuret in Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét. 1887, 89; *Chrysostigma cinnatum* Kirchner) mit sehr kurz scheibenförmigen Zellen und bis 30  $\mu$  breiten Fäden, kosmopolitisch in stehenden Gewässern. — *Sc. coactile* Montagne ex Bornet et Flahault mit bis 24  $\mu$  breiten Fäden und längeren Zellen, auf den Antillen, in Brasilien, im tropischen Afrika, in Indien und auf den Sunda-Inseln, fest-sitzend oder freischwimmend in stehenden und fließenden Gewässern.

**B.** Scheiden parallel oder größtenteils parallel geschichtet; Landbewohner: *Sc. ocellatum* Lyngbye ex Bornet et Flahault mit 10–18  $\mu$  breiten, manchmal verkalkten Fäden, kosmopolitisch. — *Sc. julianum* (Kütz.) Meneghini mit schmälere Fäden und regelmäßiger mit Kalkplättchen inkrustierter Scheide (Fig. 24).

**C.** Scheiden divergierend geschichtet. — **Ca.** Schichten nur wenig bzw. stellenweise divergierend: *Sc. mirabile* (Dillw.) Bornet (*Sc. figuratum* Ag. ex Bornet et Flahault) mit bis 21  $\mu$  breiten Fäden, an feuchten Felsen u. dgl. in stehenden und fließenden Gewässern, in Hochmooren (meist in der Ausbildung der var. *Leprieurii*), auch in Thermen (Fig. 96e, f); kosmopolitisch; wahrscheinlich eine Sammelart! — *Sc. tolypothrichoides*

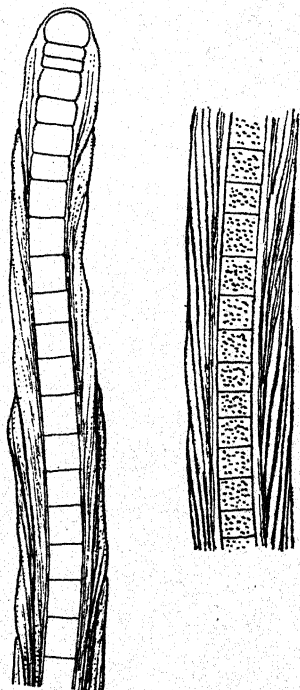


Fig. 97. Scheidenaufbau aus divergierenden Schichten (Trichterstück) von *Scytonema myochrous* (Dillw.) Ag. (Fadenende und älterer Abschnitt). — Nach Geitler.

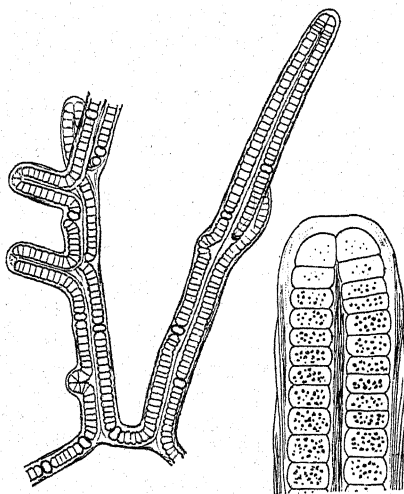


Fig. 98. *Scytonema crustaceum* Ag., links Habitusbild mit Scheinastbildung unter Schlingenbildung, rechts (stärker vergr.) Scheitel einer Schlinge mit den beiden Spitzenmeristemien. — Nach Geitler.

Kütz. ex Bornet et Flahault mit bis  $15\ \mu$  breiten Fäden, meist freischwimmend in Sümpfen und Hochmooren, wahrscheinlich kosmopolitisch. In den Scheiden findet Eiseneinlagerung statt. — **Cb.** Schichten deutlich divergierend: *Sc. myochrous* (Dillw.) Ag. ex Bornet et Flahault mit bis  $40\ \mu$  breiten Fäden, ein rasigpolsterförmiges, trocken graubraunes („mäusefarbiges“) Lager an Felsen, Mauern usw. bildend; kosmopolitisch. Fig. 97. — *Sc. crustaceum* Ag. ex Bornet et Flahault (*Petalonema crustaceum* (Ag.) Kirchn.; *Diplocolon Heppii* Nägeli) mit bis  $22\ \mu$  breiten Fäden, die Scheinäste meist als Schlingen ausgebildet, die Scheiden manchmal stark verquellend und *Petalonema*-ähnlich, im ganzen sehr polymorph (Fig. 98); an feuchten Felsen u. dgl., wahrscheinlich kosmopolitisch. K. K. Kossinskaja (in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Princ. USSR. 4, 1926, 57) verfolgte die verschiedenen Ausbildungen der Fäden, die vielfach andere Gattungen (*Tolypothrix*) und selbst Formen anderer Familien (Nostocaceen) vortäuschen. Das extreme *Nostoc*-artige Stadium, das Kossinskaja beobachtet haben will, bleibt allerdings noch näher zu untersuchen; wahrschein-

lich handelt es sich um eine Verwechslung mit dem häufig am gleichen Standort auftretenden *Nostoc microscopicum*.

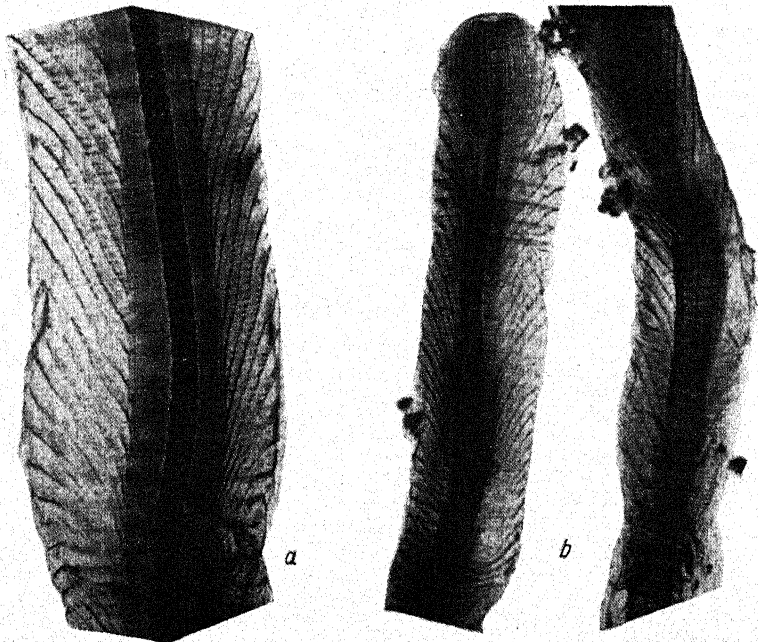


Fig. 99. Aufbau der Scheide aus Trichterstücken von *Petalonema alatum* Berk. (a stärker als b vergr.); phot., nach Geitler.

2. **Petalonema** Berkeley, Glean. of Brit. Alg. (1833) 23 ex Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 79. — *Arthrosiphon* Kützing, Phyc. germ. (1845) 177. — *Scytonema* Agardh sect. *Petalonema* Born. et Flah., Rev. Nost. Hét., in Ann. Sci. Nat. 7. sér. V (1887) 106. — *Scytonema* auct. pro parte<sup>1)</sup>. — ? *Croatella* Ercegović in Acta Bot. Inst. R. Univ. Zagreb. 1 (1925) 92. — Thallus und Fäden wie bei *Scytonema*, aber mit dickeren, sehr auffallend divergierend geschichteten Scheiden; die Scheiden sind bei der Leitart (*P. alatum*) mit einem Kutikula-artigen Häutchen überzogen.

Ableitung des Namens: *petalon* (Blatt), *rhiza* (Faden), nach der in der Bildprojektion flügelartig aussehenden Scheide.

Leitart: *P. alatum* Berkeley l. c. (*Scytonema alatum* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 11, 1879, 373) mit bis mehr oder weniger 100  $\mu$  breiten Fäden, auffallend aus trichterig ineinandersteckenden Stücken aufgebauter Scheide, die von einem dünnen, festen, Kutikula-artigen Häutchen überzogen ist, an feuchten Felsen in Europa, Nordamerika, Ecuador (?); in den Kalkalpen nicht selten. Fig. 99. Durch verschiedenartige Wachstumsvorgänge, vor allem intermittierendes Wachstum und Durchbruchungswachstum kann das Aussehen der Scheide wechseln; einige aufgestellte Varietäten sind offenbar nur verschiedene Ausbildungsweisen (vgl. L. Geitler in Rabenh. Krypt.-Fl. XIV, 1930–1932; daselbst weitere Literatur).

Über die Wachstumsvorgänge der Scheide hat C. Correns (in Flora 1889) eingehende Untersuchungen angestellt, die ergaben, daß durch das an der Spitze wachsende Trichom Apposition von Schichten erfolgt, die weiterhin durch Intussuszeption wachsen.

Außerdem vier Arten, die eine weniger auffallend gebaute Scheide ohne „Kutikula“ besitzen und daher auch bei *Scytonema* behandelt werden könnten (vgl. über die Abgrenzungen der Gattungen das dort Gesagte). Zumindest aus praktischen Gründen ist die Einreihung bei *Petalonema* vorzuziehen<sup>2)</sup>. — *P. velutinum* (Rabenh.) Migula aërophytisch in Europa und Nordamerika; *P. involvens* (A. Braun) Migula in stehendem Wasser in Europa, Kalifornien, Australien, auf den Sunda-Inseln, wohl kosmopolitisch (über den Polymorphismus der Scheiden vgl. L. Geitler und F. Ruttner in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV, 1935, 452ff.). — *P. densum* (A. Braun) Migula (= *Scytonema densum* (A. Braun) Bornet et Flahault) mit breiteren Fäden als die beiden vorigen, auf feuchten Felsen, auf Erde zwischen Moosen usw., wohl kosmopolitisch, in den Kalkalpen sehr häufig, oft mit büschelig gehäufteten Endverzweigungen; wahrscheinlich ist mit ihr identisch *Croatella lithophila* Ercegović l. c. (vgl. auch Geitler l. c. Fig. 509).

3. **Tolypothrix** Kützing, Phyc. gen. (1843) 227, ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 118. — Non *Tolypothrix* sensu lato auct. (incl. *Hassallia*). — *Sclerothrix*

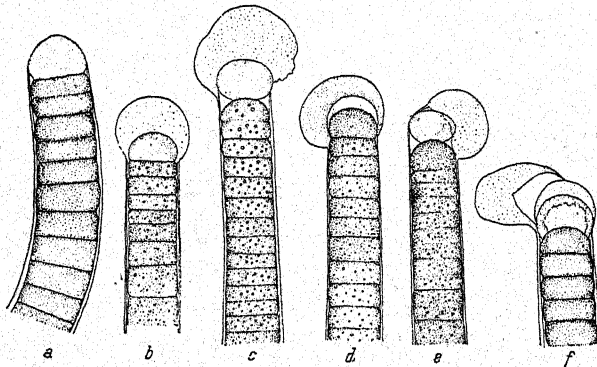


Fig. 100. Fadenenden von *Tolypothrix cucullata* Jaag mit Schleimkappe und sich ablösenden degenerierenden Scheitelzellen. — Nach Jaag.

<sup>1)</sup> Meist als Sektion *Petalonema* (vgl. z. B. K. K. Kossinskaja in Not. Syst. Inst. Crypt. H. Bot. Princ. USSR. 4, 1926, 57).

<sup>2)</sup> Umgekehrt könnte *Scytonema crustaceum* auch bei *P.* behandelt werden.



Kützing, Alg. Aqu. dulc. Dec. II, no. 17 (1833); in Flora XVI, 2 (1833) 695; Tab. Phyc. II (1851) 11, Taf. 39, Fig. 1. — *Hypheothrix* Kützing, Phyc. gen. (1843) 229, p. p. (quoad *H. Callitrichae*); non Kützing, Spec. Alg. (1849) 266. — *Tolypothrix* sect. I. *Eutolypothrix* Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 79. — Fäden meist mit festen, dünnen oder dicken Scheiden, nicht brüchig. Scheinäste typisch einzeln, an einer eintüpfeligen (basal-terminalen) Heterocyste entspringend, ausnahmsweise zu zweien ähnlich wie bei *Scytonema*; der relative Hauptfaden wird vom Seitenast oft zur Seite gedrängt, der Ast setzt den Hauptfaden fort, der über der Ursprungsstelle des Seitenastes befindliche Abschnitt des Hauptfadens erscheint als Seitenast. Hormogonien aus den Enden der Fäden. Trichome typ-

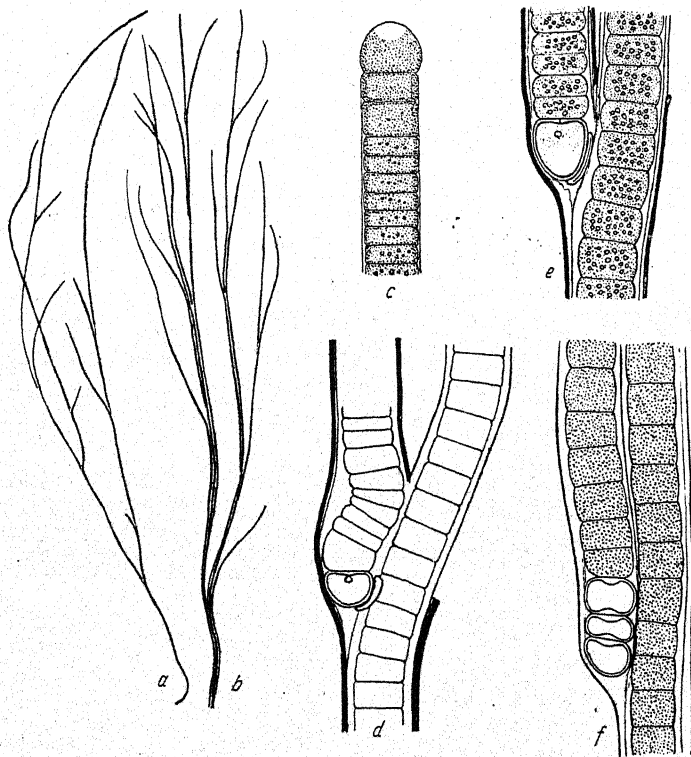


Fig. 101. *Tolypothrix distorta* var. *penicillata* (Ag.) Lemm.; a Habitusbild jüngerer, b älterer Büschel, c Fadenende mit Scheitelzelle, d—f Einzelbilder der Scheinverzweigung (c—f etwa  $\frac{300}{1}$ ). — Nach Geitler.

pischerweise mit Spitzenwachstum und mehr oder weniger auffallendem Scheitelmeristem. Vereinzelt Dauerzellen. Typische Wasserbewohner oder seltener Bewohner feuchter Standorte.

Ableitung des Namens von *τολπη* (Knäuel), *θρίξ* (Haar).

Über die Abgrenzung gegenüber *Scytonema* und *Hassallia* wurde das Wesentliche in der Familieneinleitung gesagt. Die Unterschiede sind begrifflicherweise unscharf; die hier vorgenommene, mit den älteren Autoren übereinstimmende Einteilung scheint am praktischsten zu sein.

✓ *T. cucullata* Jaag (in Österr. Bot. Ztschr. 83, 1934, 288), die im allgemeinen *T. distorta* ähnlich ist, fällt durch die Ausbildung einer apikalen Schleimkappe auf, die zeitweise mit der vakuolisierten und zugrunde gegangenen Scheitelzelle abgestoßen wird (Fig. 100). Ein ähnlicher Vorgang findet sich auch bei *Plectonema capitatum* Jaag (vgl. diese). Die

Art wurde erst einmal in einem vorübergehend austrocknenden Bachbett in den nördlichen Kalkalpen gefunden. Die Erscheinung zugrunde gehender Scheitelzellen, die abgestoßen und durch neue ersetzt werden, kommt wohl auch bei *Scytonema*, *Petalonema* und *Hassallia* vor; hierauf deutet die nicht selten zu beobachtende pathologische Vakuolisierung der Endzellen hin. Besonders ähnlich wie *T. cucullata* scheint *T. Saviczii* Kossinskaja (in Arch. Soc. Russ. Prot. 1928, Fig. 1—11) sich zu verhalten.

Leitart: *T. distorta* Kützing ex Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét. (1887) 119, bildet ein büschelig rasen- oder polsterförmiges Lager in stehenden oder langsam fließenden Gewässern, das bei var. *penicillata* (Ag.) Lemmermann (= *T. penicillata* Thuret) mehrere Zentimeter lang werden kann; wahrscheinlich kosmopolitisch. Fig. 101. Die Lager bilden vielfach einen charakteristischen Bestandteil der Wellenschlagszone am Ufer von Seen, wo sie als braune Büschel Steine, Hölzer usw. oft massenweise bedecken. Sie gelangen bei niedrigem Wasserstand auch zeitweise aufs Trockene, ohne aber das für *Hassallia* bezeichnende Aussehen anzunehmen.

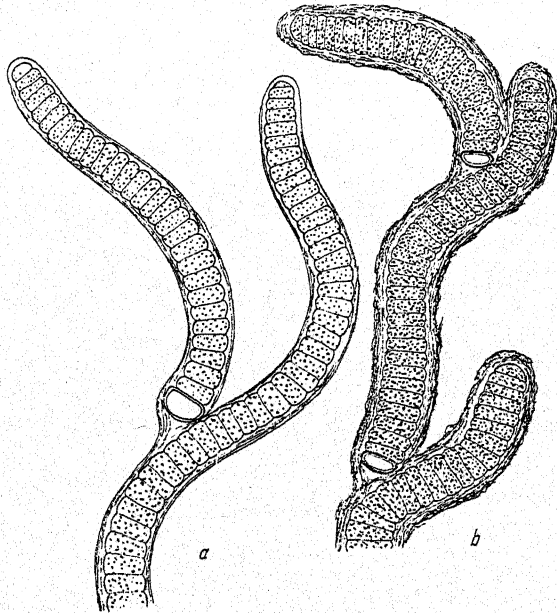


Fig. 102. a *Hassallia byssoidea* fa. *lignicola* Born. et Flah., b fa. *saxicola* Grun. (<sup>375</sup>/<sub>1</sub>). — Nach Frémy.

Über 20 Arten, die zum Teil schlecht bekannt sind. — A. Scheiden viel dünner als das Trichom: *T. tenuis* Kützing ex Bornet et Flahault mit 5—8  $\mu$  breiten Trichomen, festsitzend oder freischwimmend in stehenden oder langsam fließenden Gewässern, manchmal auch auf feuchter Erde und in salzigem Wasser; kosmopolitisch. — Ähnlich, aber mit etwas breiteren Trichomen und Fäden *T. lanata* Wartmann ex Bornet et Flahault. — B. Scheiden so dick wie die Trichome: *T. limbata* Thuret ex Bornet et Flahault in stehendem und fließendem Wasser in Europa, Nordamerika und Afrika.

Eine fragliche Form ist *T. Elenkinii* Hollerbach (in Not. syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropol. 2, 1923, 183), die vor allem durch ihren sehr starken Polymorphismus auffällt; sie ist vielleicht mit *Petalonema densum* identisch; falls sich ihre Existenzberechtigung erweisen sollte — sie wurde bisher erst einmal auf einem Eisendach in Rußland gefunden —, wäre sie besser als *Hassallia* zu bezeichnen.

4. *Hassallia* Berkeley in Hassall, Hist. Brit. Freshw. Alg. 1 (1845) 231 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 115. — *Tolypothrix* auct. pro parte. — *Tolypothrix* sect. II. *Hassallia* (Berkeley) Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 79. — Non

*Hassallia* Trevisan, *Alge Coccot.* (1848) 67 (= *Urococcus* (Hassall) Kütz., *Chlorophyc.*). — Thallus ähnlich wie bei *Tolypothrix*, aber mit brüchigen Fäden. Zellen meist kurz scheibenförmig. Typische Landbewohner, krustenförmige, filzige oder rasenförmige Lager bildend.

Benannt nach dem englischen Algologen A. H. Hassall.

Über die Abgrenzung vgl. die Familieneinleitung.

Leitart: *H. byssoidea* Hassall l. c. 233, Taf. 67, Fig. 5, ex Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét. (1887) 116, bildet polsterförmige, dunkelbraune Lager an Felsen, Baumstämmen u. dgl.; kosmopolitisch. Fig. 102. Es werden mehrere Standortsformen unterschieden, die sich hauptsächlich durch die Ausbildung der Scheiden (dünn bis dick) und die Reichlichkeit der Scheinäste unterscheiden. Die Trichom- und Fadenenden sind leicht verjüngt, die Verjüngung ist bereits an den Hormogonien ausgeprägt. Beim Wachstum an Stellen, die dauernd vor Benetzung geschützt sind, bildet sich eine eigenartige rauhe Beschaffenheit der Scheidenoberfläche aus, die Fäden werden unbenetzbar und vermögen offenbar den Wasserdampf zu kondensieren (vgl. Geitler in *Flora* 131, 1936, 176).

Über 10 Arten, die sich hauptsächlich nur graduell unterscheiden. *H. Bouteillei* (Bréb. et Desmaz.) Bornet et Flahault mit nur 5–7  $\mu$  breiten Fäden in Europa.

5. **Scytonematopsis** Kisselewa in Journ. Russ. Bot. Ges. 15 (1930) 174. — Lager flockig-rasenförmig. Fäden meist mit einzelnen, seltener mit paarweisen Scheinästen, an den Enden deutlich verjüngt. Trichome an den Enden deutlich verjüngt, aber nicht in Haare ausgehend. Scheiden eng, nicht geschichtet oder mit parallelen Schichten. Heterocysten interkalar oder terminal-basal. Dauerzellen zu vielen in Reihen.

Der Name ist nach der Ähnlichkeit mit *Scytonema* gebildet (*opsis*, Aussehen).

Die Gattung bildet ein Bindeglied zwischen den Scytonemataceen und Rivulariaceen. Das Wachstum an den Trichomenden wird frühzeitig eingestellt und erfolgt dann interkalar bzw. subapikal. Elenkin (Monogr. Alg. Cyan. USSR., Moskau-Leningrad 1936) stellt die Gattung zusammen mit *Tildenia* (die aber keine Berechtigung hat, da die typische Art *T. fuliginosa* mit *Calothrix crustacea* identisch ist) in die Familie der *Tildeniaceae* Kossinskaja. Wiewohl die einzelnen Arten noch ungenügend bekannt sind, dürfte doch soviel klar sein, daß sie in die nächste Verwandtschaft von *Scytonema* und *Tolypothrix* gehören. Der hauptsächliche Unterschied gegenüber diesen Gattungen liegt in der Verjüngung der Trichome, was ein Ausdruck dafür ist, daß kein typisches Spitzenwachstum vorhanden ist.

Leitart: *Sc. Woronichinii* Kisselewa l. c. Taf. 1, 2, mit 5–8  $\mu$  breiten und 6–16  $\mu$  langen Zellen, in Reisfeldern in Turkestan. Sehr ähnlich (oder identisch?) *Sc. incerta* Geitler (in Arch. Hydrobiol. Suppl. XII, 1933, 631; Suppl. XIV, 1935, 445, Fig. 76) an Steinen in einer Therme in Sumatra; Fig. 103.

Außerdem zwei sichere Arten: *Sc. Kashyapi* (Bharadwaya) Geitler (= *Spelaeopogon Kashyapi* Bharadwaya) mit langzylindrischen Zellen in stehendem Wasser in Indien und Java (vgl. Geitler l. c.), und *Sc. calothrichoides* Geitler mit fast *Calothrix*-artiger Ausbildung der Trichomenden am Ufer eines Flusses in Sumatra.

*Sc. fuliginosa* (Tilden) Copeland (*Scytonema fuliginosum* Tilden, *Tildenia fuliginosa* (Tilden) Kossinskaja, *Setchelliella fuliginosa* J. De-Toni) = *Calothrix crustacea* Thuret (vgl. F. Drouet in Amer. J. Bot. 25, 1938, 659). — *Sc. hydnoides* Copeland (in Ann. New York Ac. Sci. 36, 1936, 103) ist nach Bild und Beschreibung eine Rivulariacee (*Calothrix*).

6. **Coleodesmium** Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. XI (1879) 348, Taf. 9–10. — *Desmonema* Berkeley et Thwaites, English Bot. (1849) Taf. 2958 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 126; non *Desmonema* Raf. (1833, = *Euphorbia*), nec *Desmonema* Miers (1867, gültige Gattung der *Menispermaceae*). — ? *Arthronema* Hassall, Brit. Freshw. Alg. (1845) 238, Taf. 68, Fig. 7. — Fäden ein büschelig pinselförmiges Lager bildend, gehäuft subdichotom scheinverzweigt. Verzweigungen einzeln, meist mit basal-terminaler Heterocyste. Trichome zu mehreren in einer Scheide. Scheiden fest. Dauerzellen (?) einmal beobachtet.

Ableitung des Namens von *κολεος* (Scheide) und *δεσμιον* (Band, Bündel); des Namens *Desmonema* von *δεσμος* (Bündel) und *νημα* (Faden).

Leitart: *C. Wrangelii* (Ag.) Borzi (*Calothrix Wrangelii* Agardh; *Desmonema Wrangelii* (Ag.) Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét. (1887) 127; *Desmonema Dillwynii* Berkeley et

Thwaites) mit meist 9–10  $\mu$  breiten, kurz scheibenförmigen Zellen, bildet pinselförmige Lager auf Steinen und Wasserpflanzen (Moosen) in schnellfließenden Gewässern in Europa, Nordamerika, Bolivien, Äquatorialafrika, Hawaii, Siam; wohl kosmopolitisch. Fig. 104. — Ähnlich (oder identisch?) *C. floccosum* (Menegh.) Borzi (*Desmonema floccosum* (Menegh.) Bornet et Flahault) mit schmäleren Fäden in Bächen in Dalmatien. — Ähnlich

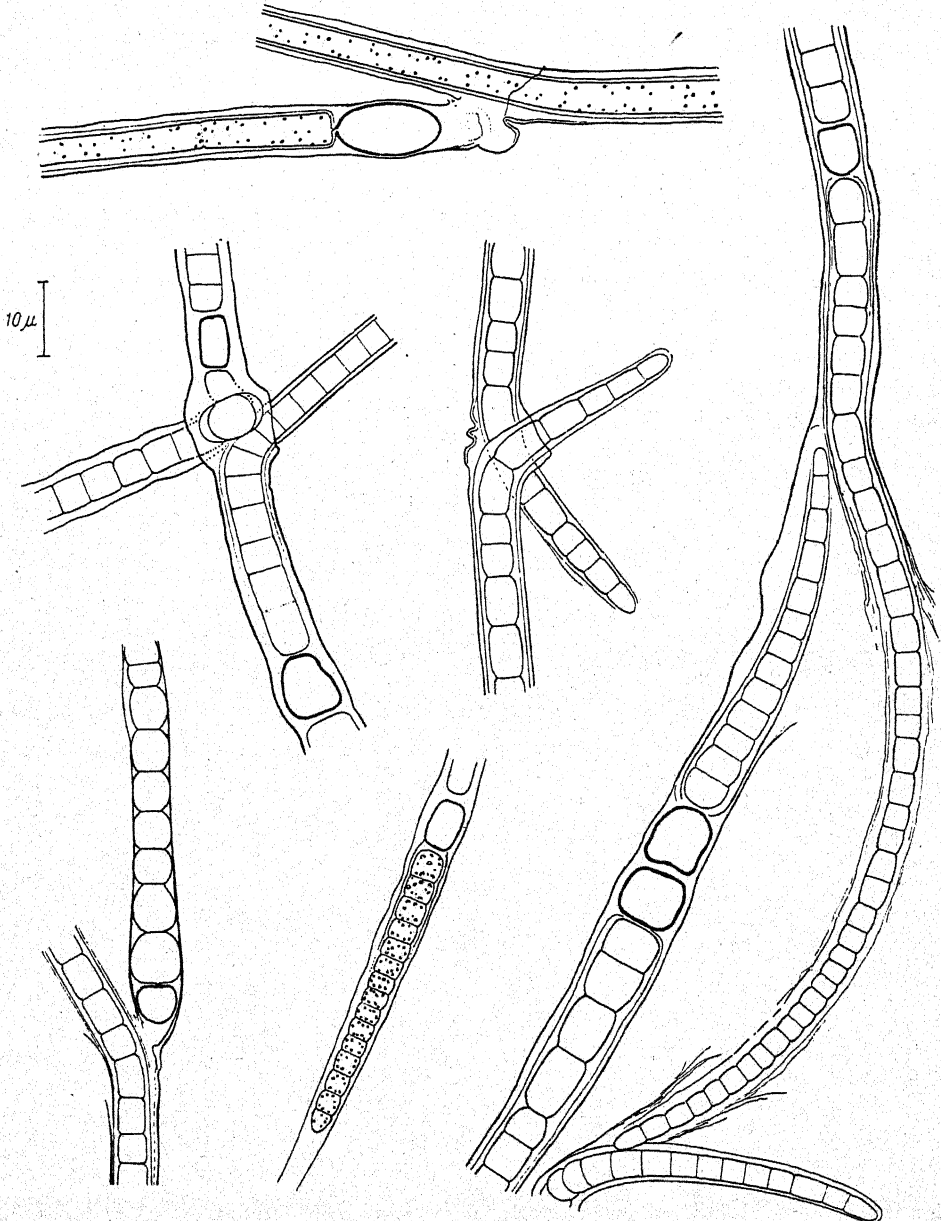


Fig. 103. *Scytonematopsis incerta* Geitl., Typus der Scheinastbildung und Ausbildung der Fadenenden. — Nach Geitler und Ruttner.

die dritte Art, *C. Lievreae* (Frémy) Geitler nov. comb. (*Desmonema Lievreae* Frémy), in Nordafrika.

*C. Wrangelii* besitzt eine gewisse habituelle Ähnlichkeit mit *Dichothrix*. Der grundsätzliche Unterschied besteht darin, daß *C.* keine Haare besitzt. Die Ausbildung von mehreren Trichomen in einer Scheide kommt gelegentlich auch bei anderen Scytonemataceen vor, so z. B. in den alten Thallusabschnitten von *Tolypothrix distorta* (vgl. Fig. 101).

7. **Hydrocoryne** Schwabe in Sprengel, Syst. Veg. IV. I (1827) 314 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 128. — *Cystocoleus* Thuret in Ann. Sci. Nat. 6. sér. Bot. I (1875) 376, 381. — *Hilsea* Kirchner in Kryptogamenfl. Schlesien II (1879) 239. — Lager ausgebreitet hautartig, zerschlitzt, aus verflochtenen Fäden bestehend. Trichome unregelmäßig scheinverzweigt, meist zu mehreren in einer Scheide. Scheinverzweigungen

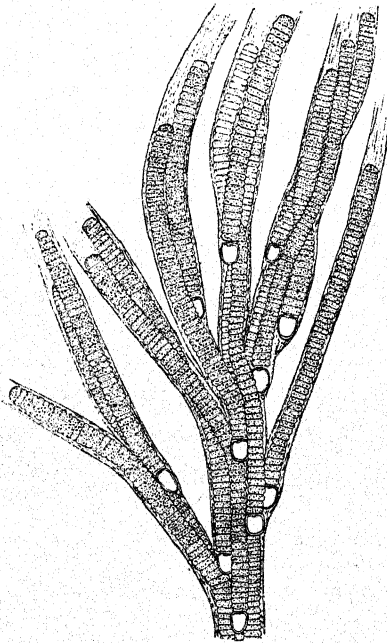


Fig. 104. *Coleodesmium* (*Desmonema*) *Wrangelii* (Ag.) Borzi (<sup>250</sup>/<sub>1</sub>). — Nach Frémy.



Fig. 105. *Hydrocoryne spongiosa* Schwabe (<sup>575</sup>/<sub>1</sub>). — Nach Kirchner.

einzelnen, lang, den Hauptfäden anliegend; Fäden und Äste mehr oder weniger parallel. Heterocysten interkalar. Dauerzellen.

Ableitung des Namens: ὕδωρ (Wasser), κορυφή (Keule).

Einzige Art: *H. spongiosa* Schwabe l. c. ex Bornet et Flahault l. c. mit 3–4  $\mu$  breiten Trichomen, in stehendem Wasser fetzenförmige Lager bildend; wahrscheinlich kosmopolitisch. Fig. 105.

8. **Plectonema** Thuret in Ann. Sci. Nat. Bot. 6. sér. 1 (1875) 375 und 379 ex Gomont, Monogr. Oscill. II (1892) 96. — *Chamaenema* Kützing in Linnaea VIII (1833) 364 Taf. VI, Fig. 13 p. p. (quoad *Ch. carneum* Kützing) ex Lemmermann in Kryptogamenfl. Mark Brandenburg III (1910) 206. — *Glaucothrix* Kirchner in Cohn, Kryptogamenfl. Schlesien II (1878) 229. — Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhmen II (1892) 40, unterscheidet 2 Sektionen: Sekt. 1. *Euplectonema* Hansgirg und Sekt. 2. *Glaucothrix* (Kirchn.) Hansg.; Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 489, hat 3 Gruppen: A. *Euplectonema* Hansg., B. *Pseudophormidium* Forti (inkl. *Glaucothrix* Kirchn.), C. *Terebra* Forti. — Fäden frei, verschieden

gekrümmt, mit dünnen, festen Scheiden, scheinverzweigt. Scheinverzweigungen einzeln oder paarweise, im letzteren Fall nach derselben Seite oder nach verschiedenen Seiten entwickelt, parallel oder sich überkreuzend. Heterocysten fehlen. Dauerzellen unbekannt. Hormogonien.

Ableitung des Namens von *πλεκτος* (geflochten, gedreht) und *νημα* (Faden).

Die Gattung wird auf Grund des Fehlens von Heterocysten oft (Thuret, Gomont) zu den Oscillatoriaceen gestellt. Da, wie schon früher erwähnt, das Vorhandensein oder Fehlen von Heterocysten kein wesentliches systematisches Merkmal darstellt, erscheint die Einreihung bei den Scytonemataceen natürlicher (Kirchner). Andererseits gibt es alle Übergänge zu Oscillatoriaceen, im besonderen zur Gattung *Lyngbya*, da die Scheinverzweigungen bei manchen *Pl.*-Arten sehr spärlich sind und manche *Lyngbya*-Arten ausnahmsweise einzelne Scheinverzweigungen ausbilden können. In der Praxis ist die Unterscheidung daher oft schwierig<sup>1)</sup>; diese Schwierigkeit bleibt aber auch bestehen, wenn man die Gattung als Oscillatoriacee auffaßt, da eben dann die Gattungsbestimmung unsicher wird. Auch dieser Fall zeigt, wie viele andere, daß die Reihe der *Hormogonales* eine natürliche ist und eben Übergänge vorkommen (die lineare systematische Aufzählung ergibt daher auch kein adäquates Bild der verwandtschaftlichen Zusammenhänge).

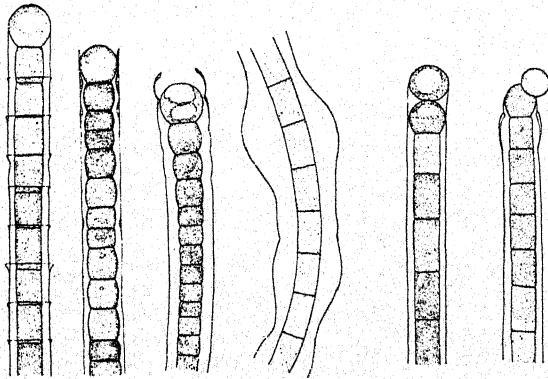


Fig. 106. *Plectonema Jaagii* Geitl., Ausbildung der Fadenenden, Abstoßung der Scheitelzelle, alter Fadenabschnitt (Mitte). — Nach Jaag.

Für die Einstellung der Gattung unter die Scytonemataceen spricht die Ausbildung von Scheitelmeristemen bei manchen Arten, die sehr ähnlich wie bei *Scytonema* und *Tolypothrix* sind. Vielfach findet sich auch der bezeichnende Unterschied zwischen kurz tonnenförmigen meristematischen Zellen und lang zylindrischen Zellen alter Trichomabschnitte; ein Abstoßen der fast kugeligen Spitzenzelle findet ganz analog wie bei *Tolypothrix cucullata* bei *Pl. Jaagii* Geitler nov. nomen statt (Fig. 106) (O. Jaag in Ber. Schweiz. Bot. Ges. 44, 1935, 437; als „*Pl. capitata*“ non Lemmermann). Andererseits gibt es offenbar Arten, die kein lokalisiertes, sondern typisch interkalares Wachstum besitzen, also eher zu den Oscillatoriaceen als zu den Scytonemataceen zu gehören scheinen. Eingehendere Untersuchungen in dieser Richtung könnten vielleicht zu einer Aufteilung der Arten auf zwei Gattungen führen.

Die etwa 30 Arten bilden büschelige oder häutige Lager, vorwiegend im Süßwasser, vereinzelt auch im Meer. *P. terebrans* lebt im Salzwasser (ausnahmsweise auch im Süßwasser) in Schnecken- und Muschelschalen, welche die Fäden perforieren (vgl. Bornet et Flahault in Bull. Soc. Bot. France 36, 1889, Taf. 10, Fig. 5, 6). In der Kalkinkrustation von Charen in Thermen wächst *Pl. yellowstonense* Prät (Studie o Biolithogenesi, 1929).

Als Leitart ist *Pl. Tomasinianum* (Kützing) Bornet ex Gomont, Monogr. II (1892) 99 (*Calothrix Tomasiniana* Kützing; *Plectonema mirabile* Thuret), mit 11–22  $\mu$  breiten Tri-

<sup>1)</sup> Im besonderen sind *P. Wollei* und *Lyngbya maiuscula* oft kaum unterscheidbar (vgl. weiter unten). Ein anscheinend sonst nur bei Oscillatoriaceen vorkommendes Merkmal ist der innere Schraubensbau, den *P. Wollei* zeigt (Fig. 136 a)!



chomen, zu betrachten, welche in stehendem und fließendem Wasser ein flockig büscheliges Lager bildet; kosmopolitisch. Fig. 107 a.

Von den übrigen Arten seien folgende angeführt:

**A.** Trichome 28—47  $\mu$  breit, Zellen sehr kurz scheibenförmig: *Pl. Wollei* Farlow ex Gomont, kosmopolitisch in stehenden und fließenden, aber wohl nur wärmeren Gewässern. In einem sehr großen Material aus Niederl.-Indien (Geitler und Ruttner in Arch. Hydrobiol. Suppl. XIV, 1935) wurde die Art ausschließlich in fließendem Wasser gefunden, während in stehenden Gewässern die sehr ähnliche *Lyngbya mariscula* angetroffen wurde; es ist möglich, daß frühere Angaben von Vorkommnissen in stehenden Gewässern auf einer Verwechslung beruhen. Der hauptsächliche Unterschied beider Formen besteht im Vorhandensein oder Fehlen der Verzweigungen; es ist nicht ausgeschlossen, daß die Astbildung von den Außenbedingungen abhängt und die beiden Arten identisch sind. Hierüber wären experimentelle Untersuchungen anzustellen. Vermutlich stellt *Pl. Wollei* eine Sammelart dar (über das sehr verschiedene Aussehen vgl. Geitler und Ruttner l. c.).

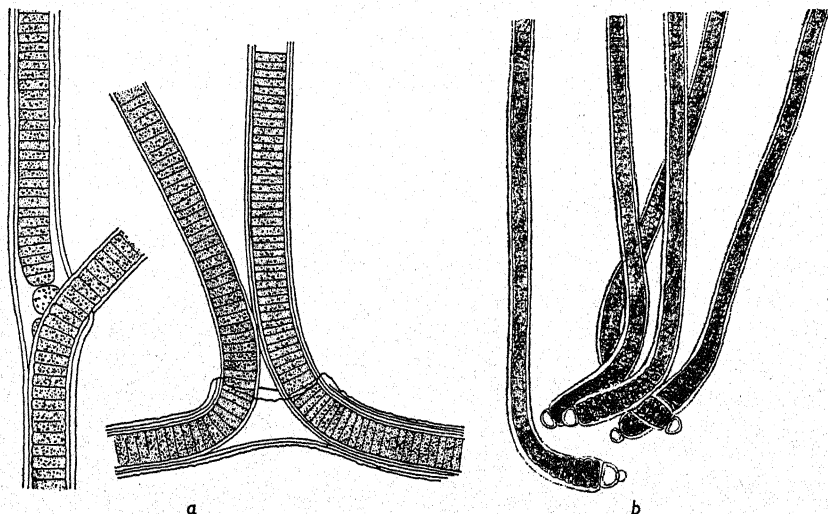


Fig. 107. *a* *Plectonema Tomasianum* Born., Scheinverzweigung; nach Bornet aus Tilden. *b* *Microchaete grisea* Thur., Basis der Fäden ( $\times 500$ ); nach Frémy.

**B.** Trichome schmaler. — **Ba.** In Schnecken- und Muschelschalen, perforierend: *Pl. terebrans* Born. et Flah. ex Gomont, mit sehr schmalen (1—1,5  $\mu$  breiten) Trichomen, wahrscheinlich kosmopolitisch. — **Bb.** In der Gallerte von Algen: *Pl. nostocorum* Born. ex Gomont mit Trichomen von gleichen Ausmaßen in der Gallerte von *Nostoc*-Arten und anderen Algen, kosmopolitisch. — **Bc.** Freilebend. Trichome 10—14  $\mu$  breit: *Pl. radiosum* (Schiederm.) Gomont bildet in Quellen und Bächen tiefer Temperatur büschelige Lager, bisher aus Europa, Nordamerika, Nordafrika und von den Sundainseln bekannt. — Mehrere schmalfädige, wenig bekannte Arten.

#### Anhang zu den Scytonemataceen:] Auszuschließende Gattungen

**Diplocolon** Nägeli in Itzigsohn, Phykol. Stud. 1857 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 129, mit der Art *D. Heppii* Näg. ex Bornet et Flahault l. c., besitzt in einer weiten gemeinsamen Scheide mehrere scheinverzweigte Trichome; es handelt sich um ein Entwicklungsstadium von *Scytonema crustaceum* (vgl. diese).

*D. Codii* Batters in Journ. of Bot. 46 (1906) 1, Taf. 475, Fig. 3—6, läßt sich nicht identifizieren; nach der Diagnose sind die Trichome scheinverzweigt, die Abbildungen zeigen echte Verzweigungen (vgl. P. Frémy, Cyan. Côtes d'Europe, 1934, 173).

**Gloeochlamys** Schmidle in Allg. Bot. Zeitschr. 5 (1899) 192, mit der Art *Gl. Simmeri* Schmidle l. c., ist offensichtlich mit *Scytonema crustaceum* oder einer ähnlichen Form (*Petalonema densum*?) identisch (vgl. L. Geitler in Rabenh. Krypt.-Fl. XIV, 1932, 800).

**Paraplectonema** Frémy in Arch. de Bot. 3 (1930) 178, Fig. 150, mit der Art *P. subfuscum* Frémy, ist eine Trichobacteriacee; vgl. L. Geitler in Rabenh. Krypt.-Fl. XIV, 1932, 1159, und H. Skuja in Handel-Mazzetti, Symb. Sinicae I, 1937, 44.

## Microchaetaceae

**Microchaetaceae** Lemmermann in Krypt.-Fl. Mark Brandenburg 3 (1910) 196 pro parte. — **Nodulariaceae** Elenkin in Journ. Russ. Bot. Ges. 1 (1916) pro parte. — Inkl. *Fortiea* (*Leptobasis*); inkl. *Leptobasaceae* Elenkin l. c.

**Merkmale.** Trichome immer einreihig, überall gleich breit oder mit Differenzierung in Basis und Spitze und dann gegen die Spitze leicht verjüngt, aber nie in Haare ausgehend, oder gegen den Scheitel zu verbreitert, unverzweigt oder nur ausnahmsweise scheinverzweigt, immer bescheidet. Scheiden fest, deutlich, ein einziges Trichom oder mehrere Trichome enthaltend. Heterocysten interkalar oder basal. Hormogonien. Dauerzellen. Chroococcalen-Stadium.

Die Familie ist inhomogen, ihre Aufrechterhaltung empfiehlt sich aber aus praktischen Gründen. *Microchaete* zeigt wie *Fortiea* nahe Beziehungen zu den Scytonemataceen, *Aulosira* und *Hormothamnion* zu den Nostocaceen; die Gattungen wurden daher auch oft in diese Familien eingereiht.

### Einteilung der Familie

A. Trichome einzeln in der Scheide.

a) Fäden mit Differenzierung in Basis und Spitze; Heterocysten basal oder nur ausnahmsweise interkalar.

α) Trichome gegen den Scheitel zu verjüngt oder nur mäßig (im Scheitelmeristem des äußersten Endes) verbreitert (S. 159) . . . . . 1. **Microchaete**

β) Trichome gegen den Scheitel zu in ihrer ganzen Länge verbreitert (S. 160) . . . . . 2. **Fortiea**

b) Fäden ohne Differenzierung in Basis und Spitze; Heterocysten nur interkalar (S. 161) . . . . . 3. **Aulosira**

B. Trichome wenigstens teilweise zu mehreren in einer Scheide (S. 161) 4. **Hormothamnion**

1. **Microchaete** Thuret in Ann. Sci. Nat. 6. sér. Bot. I (1875) 378 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. V (1887) 83<sup>1)</sup>; non *Microchaete* Benth. (1845, = *Senecio* L. § *Microchaete* O. Hoffm.), nec *Microchaeta* Nutt. (1841, = *Lipochaeta* DC. sect. *Microchaete* Benth. et Hook., *Compositae*), nec *Microchaeta* Reichenb. (1841, = *Rhynchospora* Vahl). — *Coleospermum* Kirchner in Cohn, Kryptogamenfl. Schlesien II (1878) 239. — *Fremyella* J. De-Toni, Noterelle nom. alg. (1936) 9. — Trichome einzeln in einer deutlichen, festen Scheide, gegen die Spitze zu mehr oder weniger deutlich verjüngt, seltener überall gleich breit, an der Basis manchmal zwiebelig angeschwollen. Fäden festsitzend, einzeln oder zu Rasen vereinigt, meist unverzweigt, ausnahmsweise mit einzelnen Scheinverzweigungen, mit basalen, seltener auch mit interkalaren Heterocysten. Dauerzellen meist einzeln, seltener in Reihen, in unmittelbarer Berührung mit den basalen Heterocysten oder ihnen genähert. Hormogonien.

Name von *μικρος* (klein) und *χαρην* (Haar).

Wichtigste spezielle Literatur. E. Bornet et G. Thuret, Notes algolog. II, Paris 1880. — G. Beck v. Mannagetta in Öst. Bot. Ztschr. 48 (1898) 81. — A. A. Elenkin in Bull. Jard. Imp. Bot. Pierre le Grand 15 (1915) 21.

<sup>1)</sup> Es wird hiermit vorgeschlagen, *Microchaete* Thuret ex Born. et Flah. gegen *Microchaeta* Nutt., *Microchaeta* Reichenb. und *Microchaeta* Benth. auf die Liste der nomina generica conservanda zu setzen. — J. De-Toni brauchte keinen neuen Namen zu bilden, da für diese Gattung auch der Name *Coleospermum* Kirchner verfügbar war. — L. Geitler, H. Harms, J. Mattfeld.

Manche Arten ähneln äußerlich *Calothrix*-Arten dadurch, daß sie an der Basis zwiebelig verdickt sind; die für *Calothrix* bezeichnenden Haare fehlen jedoch immer. Falls ein ausgesprochenes Scheitelmeristem entwickelt ist, kann das Trichom hier wieder dicker werden, wie dies bei *Scytonema* und *Tolypothrix* der Fall ist. Häufig sind auch bei *M.* die meristematischen Zellen kurz tonnenförmig im Gegensatz zu den ausgewachsenen lang zylindrischen Zellen der älteren Trichomteile. Dieser Unterschied ist auch bei Arten vorhanden, deren Fäden in ihrer ganzen Länge gleich breit sind. Die Polarität der Trichome wird schließlich noch durch die basale Heterocyste und — falls vorhanden — durch die basale Lage der Dauerzellen markiert. — Die Unterschiede gegenüber *Fortiea* (*Leptobasis*) sind fließend und beruhen im wesentlichen auf der verschieden starken Ausbildung des Scheitelmeristems. Vielleicht wäre die Vereinigung beider Gattungen angezeigt, wie sie Elenkin l. c. früher vorgenommen hat. Die Einreihung mancher Arten in die eine oder andere Gattung ist rein konventionell. Die Aufstellung einer eigenen Familie *Leptobasaceae* für *Fortiea*, die Elenkin später vorgenommen hat (Journ. Russ. Bot. Ges. 1, 1916), läßt sich auf keinen Fall rechtfertigen.

Viele Arten sind ziemlich unscheinbar, wurden wohl oft übersehen oder mit anderen verwechselt. Die Verbreitungsangaben sind dementsprechend mit Vorsicht auszuwerten.

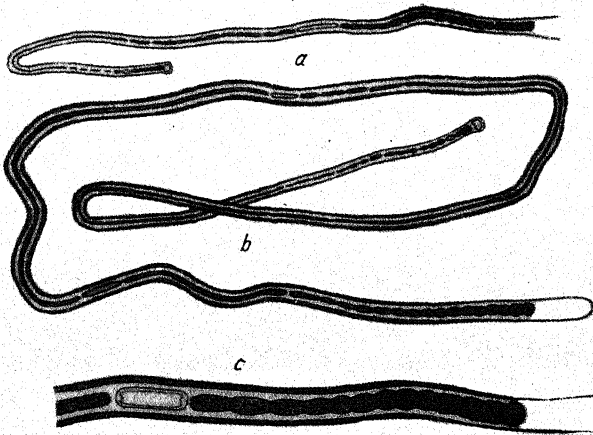


Fig. 108. *Fortiea* (*Leptobasis*) *caucasica* (Elenkin) J. De-Toni (a, b etwa  $\frac{410}{1}$ , c  $\frac{600}{1}$ ). — Nach Elenkin.

Die Leitart ist *M. grisea* Thuret ex Born. et Flah., welche kleine Rasen auf Steinen, Muschelschalen, Algen usw. an den Meeresküsten wohl der ganzen Welt bildet. Fig. 107 b.

Die Art wurde, wie auch die im Süßwasser verbreitete *M. tenera* Thuret ex Born. et Flah. von Bornet und Thuret l. c. genau untersucht und abgebildet. Die keimenden Hormogonien bekunden frühzeitig ihre Polarität durch Ausbildung einer basalen Heterocyste. Bei beiden Arten sind die Scheitelmeristeme mächtig entwickelt, so daß eine Verdickung am apikalen Ende zustande kommt und der Unterschied gegenüber *Fortiea* (*Leptobasis*) geringfügig ist.

Außerdem etwa 12, zum Teil sehr unsichere Arten; mehrere sind wohl verkannte *Calothrix*-Arten, die ihr Haar abgeworfen und Hormogonien entleert haben. *M. Goepertiana* Kirchner (*Coleospermum Goepertianum* Kirchner) scheint nur eine Kümmerform von *M. tenera* zu sein. *M. diplosiphon* Gomont ex Born. et Flah. mit einer auffallend weiten, doppelten Scheide lebt in stehendem Wasser in Europa; *Microchaete bulbosa* Copeland in Geisern im Yellowstone Park.

2. *Fortiea* J. De-Toni, Noterelle nom. alg. (1936) 3. — *Leptobasis* Elenkin in Bull. Jard. Imp. Pierre le Grand 15 (1915) 21; Journ. d. Russ. Bot. Ges. 1 (1916); non *Leptobasis* Dulac (1867, = *Hugueninia* Reichenb., *Cruciferae*). — Trichome einzeln in einer festen Scheide, gegen den Scheitel zu verbreitert, mit einer basalen, seltener auch mit interkalaren Heterocysten. Hormogonien. Dauerzellen unbekannt.

Benannt nach dem Bearbeiter der Blaualgen in De-Tonis Sylloge Algarum A. Forti.

Leitart: *F. caucasica* (Elenkin) J. De-Toni l. c. (= *Leptobasis caucasica* Elenkin l. c., Fig. 1—3, 7—9) bildet ein büschelig filziges Lager an Steinen und ist bisher nur aus einem Fluß im Kaukasus bekannt. Fig. 108. Die Fäden sind gleichmäßig von unten nach oben verschmälert, die Zellen im basalen Teil zylindrisch, am Scheitel kurz tonnenförmig. Der Unterschied gegen *Microchaete grisea* ist, abgesehen von deren Anschwellung an der Basis, nur graduell.

*F. striatula* (Hy) J. De-Toni (= *Leptobasis striatula* (Hy) Elenkin = *Microchaete striatula* Hy) besitzt eine am Scheitel auffallend längs- und quergestreifte Scheide und lebt in Torfsümpfen in Frankreich, in Rußland und in Südwest-China. — *F. spirulina* (Steeneke) J. De-Toni hat kurze, spiralförmige Fäden (Sumpfwiesen in Nord-Polen). — Zwei weitere Arten sind unsicher.

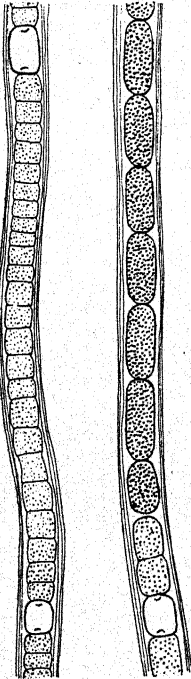


Fig. 109. *Aulosira implexa* Born. et Flah., vegetativer Faden und Faden mit Dauerzellen ( $400\times$ ). — Nach Frémy.

3. **Aulosira** Kirchner in Cohn, Kryptogamenfl. Schles. II (1878) 238 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 256. — Trichome einzeln in einer festen Scheide, überall gleich breit, ohne Differenzierung in Basis und Spitze. Heterocysten interkalar. Dauerzellen von unbestimmter Lage, neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt, in Reihen.

Ableitung des Namens von *αύλαξ* (Furche) und *σειρα* (Kette).

Leitart: *Au. laxa* Kirchn. l. c. (Die mikrosk. Pflanzenwelt Süßw. Fig. 188; Bornet et Flahault in Bull. Soc. Bot. Fr. 32, 1885, Taf. 4, Fig. 1) in stehenden Gewässern einzeln zwischen anderen Algen in Europa, Java, Indien, wohl weiter verbreitet. Ähnlich, aber etwas großzelliger *Au. implexa* Bornet et Flahault in stehendem Wasser, hauptsächlich Torfsümpfen, in Südamerika, Zentralasien und Madagaskar (Fig. 109). Außerdem etwa fünf wenig bekannte und zum Teil unsichere Arten.

Die Gattung wird oft bei den Nostocaceen behandelt, was sich im Hinblick auf die fehlende Polarität der Fäden rechtfertigen läßt. Sie steht wohl Formen wie *Nodularia* am nächsten, die aber eine weiche Gallertscheide besitzt, während bei *Au.* die Scheide nach Art von Scytonemataceen und *Microchaete* oder *Fortiea* ausgebildet ist.

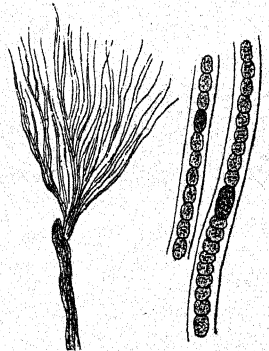


Fig. 110. *Hormothamnion enteromorphoides* Grun., links in nat. Gr., rechts  $400\times$ . — Nach Grunow aus Kirchner.

4. **Hormothamnion** Grunow, Reise Freg. Novara, Bot. 1, Alg. (1867)

31 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 259. — Fäden einzeln oder zu mehreren in einer dünnen häutigen, manchmal schleimigen Scheide, der Länge nach bündelig verklebt, ein ausgebreitetes oder büscheliges Lager bildend. Zellen tonnenförmig. Heterocysten interkalar. Dauerzellen unbekannt.

Ableitung des Namens von *ὄρεμος* (Schnur) und *θαμνος* (Strauch, Büschel).

Leitart: *H. enteromorphoides* Grunow l. c. Taf. 1, Fig. 2 ex Bornet et Flahault l. c., bildet ein aufrecht büscheliges Lager auf Küstenschlamm (Guadelupe, Jamaika, Mauritius, Florida, Kanarische Inseln). Fig. 110. Eine zweite Art, *H. solutum* Bornet et Grunow ex Bornet et Flahault, mit breiteren Trichomen bildet ein flockig-filziges Lager zwischen anderen Meeresalgen im Pazifischen Ozean.

Beide Arten sind verhältnismäßig schlecht bekannt. Noch mehr als im Fall von *Aulosira* läßt sich die Einreihung unter die Nostocaceen rechtfertigen.

## Rivulariaceae

Rabenhorst, Fl. Eur. Alg. II (1865) 2 ex Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét., in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 338. — Non *Rivulariaceae* (Meneghini) Elenkin, Monogr. Alg. Cyan. USSR. (1936) 542.

**Wichtigste Literatur.** A. Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 14 (1882) 272. — E. Bornet et G. Thuret, Notes algologiques, Paris 1876—1880. — E. Bornet et Ch. Flahault, Rev. Nost. Hét., in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 338; 4 (1886) 343. — S. Schwendener in Sitzber. Kgl. Preuß. Ak. Wiss. (1894) 951. — L. Geitler in Arch. f. Protok. 82 (1934) 62.

**Merkmale.** Trichome immer einreihig, mit Differenzierung in Basis und Spitze, an der Spitze verjüngt und in ein Haar ausgehend (manchmal an beiden Enden mit Haaren), mit interkalaren Meristemen, unverzweigt oder scheinverzweigt; Scheinverzweigungen meist einzeln oder seltener paarweise (wie bei *Tolypothrix* bzw. *Scytonema*), im ersten Fall oft in regelmäßiger Aufeinanderfolge und unter Übergipfelung des Hauptfadens durch den Seitenast, der durch Auswachsen des Trichoms unterhalb einer Heterocyste entsteht.

Scheiden fest oder mehr oder weniger schleimend und dann auch zusammenfließend, oft geschichtet und meist mit divergierenden Schichten (trichterig ineinandersteckenden Membranstücken). Heterocysten basal-terminal und interkalar, bei manchen Gattungen fehlend. Hormogonien nach Abwurf des Haares aus den Trichomenden — d. i. ursprünglich interkalaren Meristemen — gebildet. Dauerzellen vorhanden oder fehlend. Chroococcalen-Stadium nicht sicher bekannt.

**Vegetativer Aufbau und Entwicklungsgeschichte.** Die typische Ausbildung des Trichoms ist „peitschenförmig“, d. h. das Trichom besitzt eine deutliche Polarität, die sich darin ausdrückt, daß an der Basis eine terminale (eintüpfelige) Heterocyste auftritt, während sich der Scheitel zu einem Haar verjüngt; die Haarzellen unterscheiden sich von den anderen Zellen dadurch, daß sie stark in die Länge wachsen und zylindrisch werden, wobei gleichzeitig Vakuolisierung erfolgt, die soweit geht, daß schließlich das Zellinnere nur mehr von einer großen Zellsaftvakuole eingenommen wird, während der plasmatische Wandbelag so dünn wird, daß er nicht mehr sichtbar ist (Fig. 3). Gleichzeitig mit diesen Veränderungen erfolgt Rückbildung der Assimilationspigmente; die Haare erscheinen zunächst orangegelb (Karotinoide!), schließlich werden sie farblos. Der Habitus der Haare ist somit der gleiche, wie er auch bei anderen Algen (*Ectocarpus* unter den Braunalgen, *Chaetophora* unter den Grünalgen) ausgebildet ist. Das Haar geht schließlich zugrunde und wird abgestoßen<sup>1)</sup>.

Unterhalb des Haares befindet sich die eigentliche Wachstumszone, ein interkalares Meristem, das lange Zeit teilungsfähig bleibt, und aus dem Scheinverzweigungen entstehen können. Es ist also typisches trichothallisches Wachstum vorhanden. Die meristematischen Zellen unterscheiden sich von den ausdifferenzierten, wie auch bei anderen Hormogonalen, durch ihre größere Breite und geringere Höhe (Fig. 111). Das Aussehen des Trichoms und damit auch der Scheide wechselt demnach von unten nach oben sehr stark (Fig. 112).

Die Hormogonien sind zunächst äußerlich nicht polarisiert. Manchmal erfolgt ihre weitere Entwicklung (Keimung) derart, daß eine interkalare Unterbrechung entsteht, welche das Trichom in zwei Abschnitte teilt, von welchen jeder für sich seine eigene Polarität ausbildet und zwar in der Weise, daß die beiden Basalteile einander zugekehrt sind. An jeder Basis entsteht dann eine terminale Heterocyste, während sich am anderen Ende ein Haar ausbildet. In den meisten Fällen wird

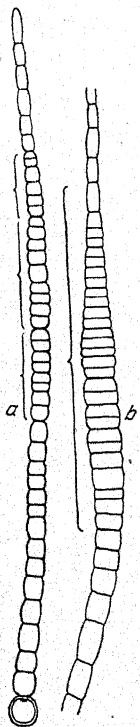


Fig. 111. Junge Trichome von *Gloeotrichia Pisum* Thur. (a) und *Rivularia polyotis* (Ag.) Born. et Flah. (b) mit interkalarem Meristem (Klammer) und Anlage des Haares (oben). — Nach Schwendener.

<sup>1)</sup> Über die eigenartigen Haare von *Calothrix Kossinskajae* vgl. das am Ende dieser Gattung Gesagte, S. 174.

dagegen der gesamte Hormogonienkeimling zu einem polarisierten Faden, d. h. bildet sofort ein verbreitertes Ende und eine terminale Heterocyste und wächst am anderen Ende zu einem Haar aus (Fig. 113). Ob die hierbei in Erscheinung tretenden Pole identisch sind mit den ursprünglichen des Fadens, aus welchen die Hormogonien entstanden sind, oder ob es sich um sekundär induzierte Polarität handelt, bleibt noch zu untersuchen.

Bei vielen Gattungen treten Scheinverzweigungen auf, die dann ebenfalls polarisiert sind. Ihre Entstehung ist grundsätzlich die gleiche wie bei typischen *Tolypothrix*- und *Hassallia*-Arten, die ja auch polarisiert sind. Bezeichnend ist, daß der Seitenast den Hauptfaden zur Seite drängt, so daß dieser als Seitenast erscheint. Fig. 13 gibt das

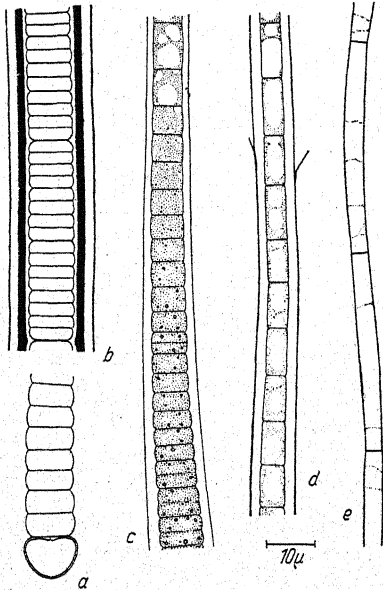


Fig. 112. Aufeinanderfolgende Abschnitte eines Fadens von *Dichothrix gypsophila* (Kütz.) Born. et Flah.; a Trichombasis, b Stück aus der Teilungszone (die Verwandtschaft der Zellen ist aus der Tiefe der Einziehungen und der Dicke der Querwände erkennbar), c Übergang von der Teilungszone zum Haar (im Bild oben Beginn der Vakuolisierung), d basaler Teil des Haares, e Endteil des Haares. — Nach dem Leben; nach Geitler.

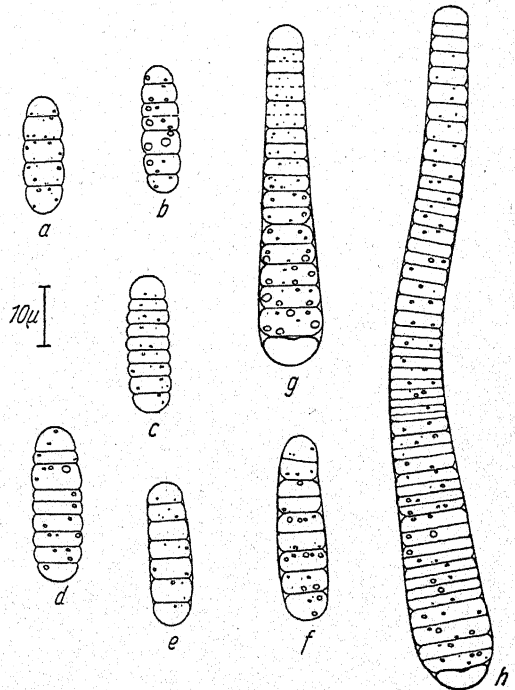


Fig. 113. *Dichothrix* sp. aus der Flechte *Placynthium nigrum* in Kultur: Entwicklung der polarisierten Fäden (h) aus den Hormogonien (a). — Nach dem Leben; nach Geitler.

natürliche Aussehen wieder, das sich bei wiederholter Verzweigung einstellt. Diese Figur zeigt gleichzeitig die für manche Rivulariaceen bezeichnenden Thallusbildungen, die dadurch zustande kommen, daß die Außenschichten der Scheiden verschleimen und zusammenfließen. Es entsteht so ein ungefähr halbkugelförmiger Gallertthallus mit radiär verlaufenden Fäden bzw. Fadenbüscheln. Diese Lager werden oft mehrere Zentimeter groß und sind im Innern infolge rhythmisch ablaufender Wachstumsvorgänge gezont (vgl. Fig. 14). Durch Verwachsung benachbarter Lager können weitverbreitete Gallertmassen entstehen, die äußerlich betrachtet manchen *Nostoc*-Arten gleichen und innerlich Parallelbildungen zu der Grünalge *Chaetophora pisiiformis* darstellen. Durch Kalkeinlagerung können die Lager fest und schließlich steinern werden.

Die Dauerzellen treten, wie zu erwarten, unterhalb des interkalaren Meristems in den ältesten, ausgegliederten Abschnitten auf. Sie werden bei manchen Arten von *Gloeotrichia*

sehr groß; ihre Länge entspricht der Länge mehrerer vegetativer Zellen, so daß es scheinen könnte, als ob sie durch Verschmelzung solcher entstanden wären (dies meint, ohne Beweise beizubringen, G. Nygaard in Trans. R. Soc. South Afr. 20, 1932, 120). In Wirklichkeit zeigt die Verfolgung der Entwicklungsgeschichte (Fig. 114), daß es sich nur um ein sehr starkes Wachstum handelt (das übrigens auch z. B. bei *Anabaena* nicht geringer ist).

Borzi (in N. Giorn. Bot. Ital. 14, 1882) gibt für einige Gattungen an der Basis der Trichome Übergänge zu Chroococcalen-Stadien an, was seither niemals bestätigt werden konnte. Es handelt sich dabei im Fall von *Calothrix scopulorum* vermutlich, bei *Leptochaete* sicher um einen Irrtum bzw. um Verwechslungen mit Chroococcaceen, die eingestreut waren.

**Verwandschaftliche Beziehungen und Systematik.** Typische Rivulariaceen mit wiederholten Scheinverzweigungen unterscheiden sich von *Tolypothrix* allein durch die Ausbildung von Haaren; die Haarbildung ist ein besonderer Ausdruck der Polarisierung der Trichome. In diesem Sinne sind die nächstverwandten Formen der Rivulariaceen wohl unter den Scytonemataceen zu suchen. Einen gewissen Übergang bildet *Microchaete*, die habituell manchen *Calothrix*-Arten sehr nahe kommt. Die Haarbildung als solche ist für die Rivulariaceen bezeichnend, wenn sie auch mehr oder weniger angedeutet in anderen Verwandtschaftskreisen vorkommt (*Mastigocoleus*, *Brachytrichia*; daß *Brachytrichia*

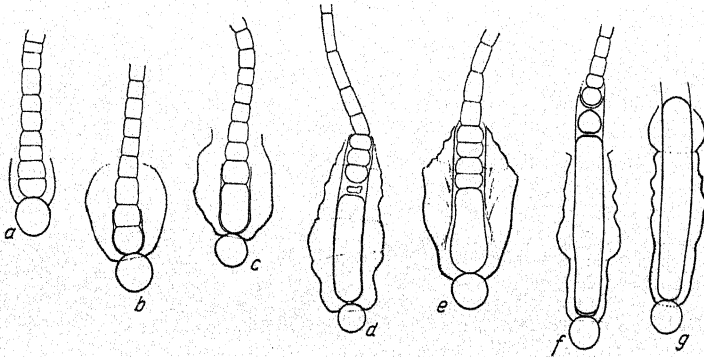


Fig. 114. Basaler Teil der Fäden von *Gloeotrichia Raciborskii* Woloszynska var. *Lilienfeldiana* (Wolosz.) Geitl. mit Entwicklung der Dauerzellen. — Nach Geitler.

infolge ihrer ganz anderen Verzweigungsart heutzutage nicht mehr als Rivulariacee aufgefaßt werden kann — wie seinerzeit Bornet und Flahault taten — ist selbstverständlich). — Andererseits zeigen heterocystenlose Rivulariaceen (*Homoeothrix*), wenn die Differenzierung in Basis und Spitze wenig ausgeprägt ist, große Ähnlichkeit mit fest-sitzenden *Lyngbya*-Arten (Sekt. *Heteroleibleinia*). Falls man auf die durch die festsitzende Lebensweise gegebene Polarität ohne Rücksicht auf die Ausbildung eines Haares stärkeres Gewicht legen wollte, müßten diese Formen zu den — etwas weiter charakterisierten — Rivulariaceen gezogen werden.

Innerhalb der Familie lassen sich einige klare Typen unterscheiden, ohne daß aber eine bestimmte Aussage darüber zu machen wäre, welche Form die ursprünglichere, welche die abgeleitete ist. Manche Gattungsunterschiede — wie der zwischen *Rivularia* und *Gloeotrichia* oder zwischen *Calothrix* und *Homoeothrix* — sind an sich unwesentlich, aber von praktischer Bedeutung; anderenfalls entstünden unübersichtliche Riesengattungen. Auch in der hier gegebenen Umgrenzung ist die Gattung *Calothrix* noch sehr artenreich. Allerdings dürften gerade bei *Calothrix* viele Arten irrtümlicherweise aufgestellt worden sein; die Fäden sind in verschiedenen Lebensstadien außerordentlich formveränderlich (vgl. z. B. Geitler l. c. für *Dichothrix*); die Beschreibung von „Arten“ auf Grund von Merkmalen wie „lange oder kurze Haare“ u. dgl. ist deshalb ganz unzureichend.

Eine Reihe von Gattungen werden hier in einen Anhang verwiesen. Es sind dies einmal solche, deren Aufstellung offensichtlich auf einer Verwechslung mit anderen Blaualgen beruht, die an der Basis der Fäden und eng vermischt mit ihnen leben, aber



nicht in den Entwicklungszyklus der betreffenden Rivulariaceae gehören; zum anderen Formen, die auf Grund hinfälliger „Merkmale“ (*Tapinothrix*) beschrieben wurden. Schließlich möge die zur Zeit nicht ganz aufklärbare *Sokolovia*, die wahrscheinlich eine Trichobacteriaceae ist, vorläufig hier untergebracht werden.

Für die Praxis ist besonders zu beachten, daß bei allen Rivulariaceen in gewissen Stadien die Haare fehlen können; so besitzen junge Pflanzen noch keine Haare, alte keine Haare mehr. Verwechslungen mit *Microchaete* oder bei geringfügiger Differenzierung in Basis und Spitze mit festsitzenden Lyngbyen können dann leicht unterlaufen.

Über das Vorkommen sei auf die einzelnen Gattungen verwiesen. Es gibt wohl kaum einen Biotop, der nicht von irgendeiner Rivulariacee besiedelt werden könnte. — Einige Rivulariaceen bilden auch Flechtengonidien, so in *Lichina* und *Placynthum* (vgl. Geitler, l. c.).

### Einteilung der Familie

#### A. Heterocysten fehlen.

- a) Fäden und Trichome typischerweise an einem Ende verjüngt (S. 165)

1. **Homoeothrix**

- b) Fäden und Trichome typischerweise an beiden Enden verjüngt (S. 166)

2. **Ammatoidea**

#### B. Heterocysten vorhanden.

- a) Fäden in gemeinsamer Gallerte, meist mehr oder weniger kugelige oder halbkugelige Thalli bildend.

- α) Scheiden nicht sehr weit, blasig sackförmig.

I. Mit Dauerzellen (S. 167) . . . . . 3. **Gloeotrichia**

II. Ohne Dauerzellen.

1. Thallus mehr oder weniger halbkugelig; Scheinäste zahlreich (S. 168)

4. **Rivularia**

2. Thallus flach; Scheinäste sehr spärlich (S. 170) . . . . . 5. **Isactis**

β) Scheiden sehr weit, blasig sackförmig (S. 170) . . . . . 6. **Sacconema**

- b) Fäden nicht in gemeinsamer Gallerte.

α) Scheinverzweigungen typisch einzeln, ein einziges Trichom in jeder Scheide (S. 170) . . . . . 7. **Calothrix**

β) Scheinverzweigungen büschelig gehäuft, die Basis der Scheinäste in gemeinsamer Scheide.

I. Scheinäste zu wenigen beisammen (S. 174) . . . . . 8. **Dichothrix**

II. Scheinäste zu vielen (bis 100) beisammen (S. 175) . . . . . 9. **Gardnerula**

1. **Homoeothrix** (Thuret) Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 87. — *Calothrix* sect. *Homoeothrix* Thuret ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 347. — Trichome meist unverzweigt oder an der Basis, seltener weiter oben mit einzelnen Scheinästen. Fäden aufrecht, büschelig angeordnet, zu einem polsterförmig krustigen oder rasenförmigen Lager vereinigt. Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Hormogonien.

Ableitung des Namens: *ὁμοιος* (gleichartig), *θρίξ* (Haar).

Das Fehlen bzw. Vorhandensein der Heterocysten ist bei den Rivulariaceen ein konstantes Merkmal, das auch zur Gattungstrennung verwendet werden kann. Die Vereinigung von *H.* mit *Calothrix*, die mehrfach vorgenommen wurde (z. B. auch von Elenkin), ist zumindest unpraktisch.

Leitart: *H. juliana* (Meneghini) Kirchner l. c. (= *Calothrix juliana* (Menegh.) Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét. 1886, 348) mit 10–15  $\mu$  breiten, unverzweigten Fäden, an Steinen und Wasserpflanzen in stehenden Gewässern und in Thermen, anscheinend kosmopolitisch. Fig. 115. Mit ihr ist wahrscheinlich *H. caespitosa* (Rabenhorst) Kirchner identisch, die sich nur durch reichliche Verzweigung und im ganzen bedeutendere Größe unterscheidet (vgl. Geitler in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV, 1935, 431).

Außerdem etwa 8 zum Teil ungenügend bekannte Arten, davon *H. rubra* (Crouan) Kirchner mit *Scytonema*-artigen Scheinästen, an der französischen Küste (bei Brest) und im Trondhjem-Fjord, die anderen im Süßwasser. — *H. varians* Geitl. mit 2,5–3  $\mu$  breiten, mehr oder weniger violetten Fäden, bildet auffallende Lager in kalten Bächen der Alpen (Fig. 116); die Fäden sind nur wenig verjüngt, unverzweigt und wachsen oft lange Zeit, ohne Haare auszubilden, so daß leicht Verwechslungen mit polarisierten Lyngbyen vorkommen können (vgl. Geitler in Arch. f. Protok. 60, 1928, 445; in Biologia gen. 3, 1927). Eine Varietät wurde in Niederl.-Indien gefunden. — *H. crustacea* Woronichin em. Geitler (in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV, 1935, 432) bildet filzig-krustige Lager, die aus zahlreichen parallelen Fäden aufgebaut sind; die Fäden sind 3–4  $\mu$  breit, im oberen Teil pinselförmig verzweigt, kaum verjüngt und gehen, soweit bekannt, nicht in ein eigentliches Haar aus (gefunden in einem Fluß in Tiflis und einem javanischen See). — *H. Hansgörgi* (Schmidle) Lemmermann ist durch sehr kurz scheibenförmige Zellen ausgezeichnet (bisher nur aus einem See in Indien und aus Java bekannt); *H. endophytica* Lemmermann (= *Calothrix endophytica* Lemm.) lebt in der Gallerte anderer Algen (*Batrachospermum*) und wurde bisher in Europa und Nordamerika gefunden.

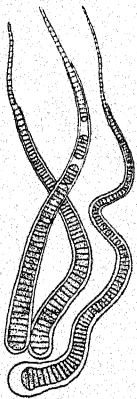


Fig. 115. *Homoeothrix juliana* (Menegh.) Kirchn. <sup>(300/1)</sup>; nach Frémy.

Einige Arten, die unvollständig beschrieben wurden, sind am besten zu streichen: *H. brevis* Kufferath stellt offenbar zur Ruhe gekommene Homogonien irgend-einer Rivulariacee (oder Scytonemataceae) dar; *H. aequalis* F. E. Fritsch läßt sich nicht mit Sicherheit in eine bestimmte Gattung einreihen.

## 2. Ammatoidea W. et G. S. West in Journ. Roy. Micr. Soc. (1897) 506. — *Ammatoidea* auct.

(die Schreibweise Wests ist sprachlich unrichtig: *ἀμμα*, *ἀμμαρος* mit anlautendem H, die Schlinge, *ειδος* das Aussehen). — Trichome an beiden Enden verjüngt und in lange Haare ausgehend, Fäden im mittleren Teil scharf umgebogen, so daß die Enden mehr oder weniger parallel laufen, mit fester, enger, geschichteter Scheide, nach Art von *Scytonema* scheinenverzweigt. Heterocysten fehlen.

Leitart: *A. Normanni* W. et G. S. West l. c. Taf. 7, Fig. 25–27, bildet büschelige Lager in stehendem und fließendem Wasser, in Südengland, auf den Chatham-Inseln und in Polen (die von Bachmann aus Grönland beschriebene Alge ist vielleicht nicht mit

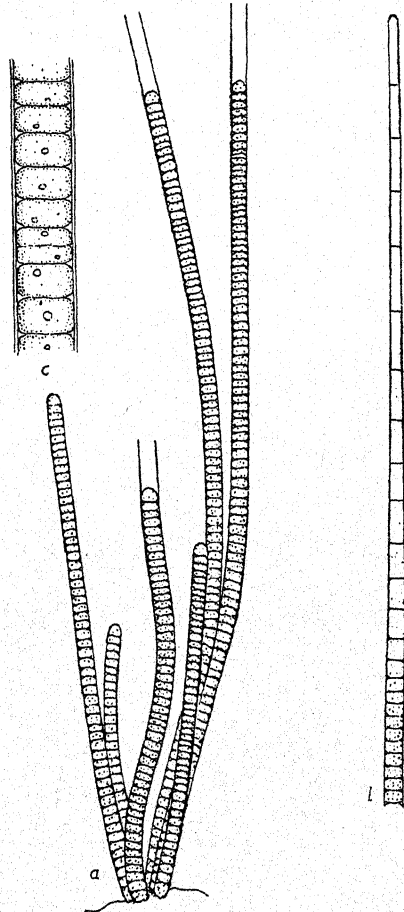


Fig. 116. *Homoeothrix varians* Geitl., a Teil eines Fadenbüschels (junge Fäden ohne Haar, alte nach Abwurf des Haares), b Haarende, c Detailbild. — Nach dem Leben; nach Geitler.

*A. N.* identisch). Fig. 117 B. — *A. simplex* Woronichin aus einem Fluß in Tiflis unterscheidet sich wesentlich dadurch, daß keine Verzweigungen ausgebildet werden. — *A. yellowstonensis* Copeland aus einem Geiser im Yellowstone Park hat trichterige Scheiden.

Die Gattung ist zwanglos als Rivulariaceae aufzufassen; das Auftreten von Haaren an beiden Fadenenden findet sich in gewissen Entwicklungsstadien auch bei *Calothrix*-, *Dichothrix*-Arten u. a.; die Aufstellung einer eigenen Familie *Camptothrichaceae* (Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a S. 90) ist daher überflüssig; die Hinzuziehung der fragwürdigen, aber jedenfalls von *A.* völlig verschiedenen Gattung *Camptothrix* läßt sich nicht rechtfertigen.

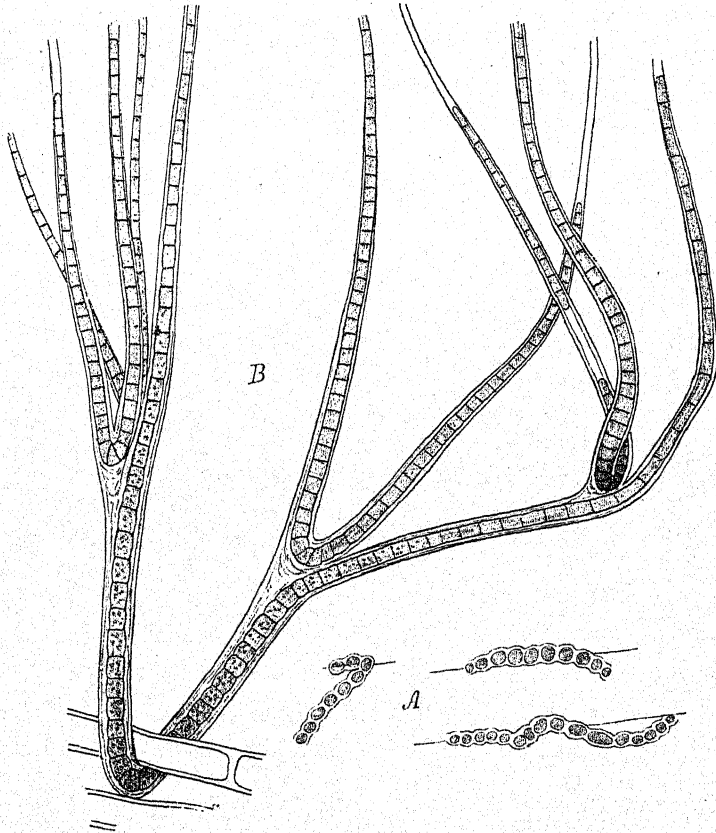


Fig. 117. A *Camptothrix repens* West; B *Ammatoidea Normannii* West (520/1). — Nach West.

3. *Gloeotrichia* J. Agardh, Alg. Mar. med. adr. (1842) 8 (*Gloiotrichia*) ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 4 (1886) 365. — *Gaillardotella* Mougeot, Stirpes vogesorhenanae Fasc. VIII, Nr. 796 (1823); Bory in Dict. class. VII (1825) 100. — *Linckia* Gaillon, Tabl. synopt. méthod. gen. Némazoaires (1833) 29 (in Mém. Soc. Emul. Abbéville 1833). — *Rivularia* sect. 3. *Raphidia* Carm. in Harvey, Man. Brit. Alg. (1841) 153; Hassall, Brit. freshw. Alg. I (1845) 264 (auch als Sekt. von *Rivularia*, aber wie ein Gattungsname verwendet); non *Raphidium* Kützing (1845, *Chlorophyc.*). — *Chalaractis* Kützing, Phyc. Gen. (1843) 236. — *Limnactis* Kützing l. c. 237 pro parte (*L. Lyngbyana* Kütz.). — *Physactis* Kützing l. c. 235 pro parte (*Ph. saccata* Kütz.). — *Portacus* O. Kuntze, Rev. Gen. II (1891) 911; III. 2 (1898) 406; non *Potarcus* Raf. (1819; unaufklärbare Gattung). — *Rivularia* sect. I. *Gloeotrichia* (Agardh) Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 90. —

*Rivularia* auct. pro parte. — Fäden radial oder mehr oder weniger parallel gestellt, zu kugeligen oder halbkugeligen Gallertlagern vereinigt, häufig mit einzelnen Scheinverzweigungen. Scheider an der Basis fest und nur außen verschleimend, weiter oben meist ganz verschleimend. Heterocysten basal oder auch interkalar, häufig an der Basis der Scheinverzweigungen. Dauerzellen an der Basis der Trichome, einzeln oder zu wenigen neben den basalen Heterocysten. Hormogonien einzeln oder zu mehreren.

Ableitung des Namens: *γλοιος* (Schleim), *τριξ* (Haar).

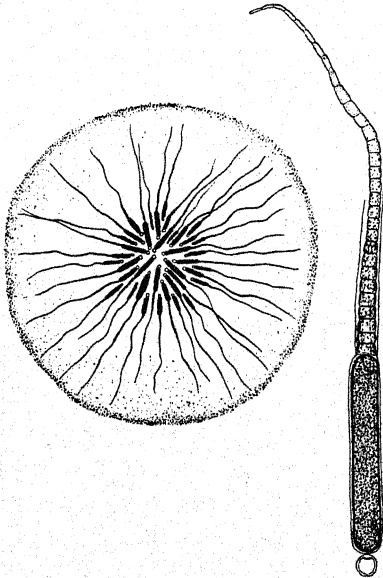
Der einzige Unterschied gegenüber *Rivularia* liegt in dem Besitz von Dauerzellen, die bei Erreichen einer gewissen Größe anscheinend regelmäßig gebildet werden, so daß ausgewachsene sterile Thalli, die mit Rivularien verwechselt werden könnten, tatsächlich nicht vorkommen. Die Dauerzellen sind meist sehr groß und besonders stark langgestreckt; bei *Gl. punctulata* werden sie bis 400  $\mu$  lang! An der Bildung der Wand beteiligt sich meist der basale Scheidenteil.

Die Entwicklungsgeschichte (Keimung der Dauerzellen, Wachstum, Hormogonienbildung) wurde ausführlich an *Gl. punctulata* durch Bornet und Thuret (Notes algol. II, Paris 1880) untersucht und anschaulich abgebildet (l. c. Taf. 42).

Die meisten Arten sitzen in der Jugend an Wasserpflanzen u. dgl. fest, lösen sich aber später ab und leben planktonisch (im Gegensatz zu *Rivularia*, wo dies nur ausnahmsweise der Fall ist). *Gl. echinulata* ist eine typische Planktonalge mit Gasvakuolen, die in norddeutschen Seen oft in Massen Wasserblüten bildend auftritt. Andere Arten „schweben“ mittels in der Thallusgallerte eingeschlossener Gasblasen (Assimilationssauerstoff?). Im Salzwasser kommen *Gl. salina* Rabh. und *Gl. punctulata* Thuret, gelegentlich auch *Gl. Pisum* Thuret vor. Die einzige Landform ist *Gl. Levestui* Frémy.

Als Leitart kann *Gl. Pisum* Thuret ex Bornet et Flahault l. c. angesehen werden; sie bildet fest gallertige, einige Millimeter große, kugelige Lager, die in stehenden, seltener langsam fließenden, manchmal auch salzigen Gewässern anfangs an Wasserpflanzen festsitzen,

Fig. 118. *Gloeotrichia Pisum* Thur., Thallus ( $^{30}/_1$ ) und einzelner Faden mit Dauerzelle ( $^{250}/_1$ ). — Nach Frémy.



später freischwimmen; die zylindrischen Dauerzellen sind 11–15  $\mu$  breit, 60–400  $\mu$  lang; kosmopolitisch; Fig. 118.

Etwa 14 Arten, von welchen einige vielleicht nur Wuchsformen anderer darstellen, zumindest auf Grund unsicherer Merkmale aufgestellt wurden. — **A.** Dauerzellen mit rauher Außenschicht: *Gl. punctulata* Thuret ex Bornet et Flahault in schwach salzigem Wasser in Frankreich und Algerien, wohl weiter verbreitet. — **B.** Dauerzellen mit glatter Außenschicht. — **Ba.** Mit Gasvakuolen: *Gl. echinulata* (J. E. Smith) P. Richter in eutrophen Seen Europas und Nordamerikas, Wasserblüten bildend; aus dem Großen Plöner See oft als Material zur Untersuchung der Gasvakuolen verwendet! — **Bb.** Ohne Gasvakuolen. — **Bba.** Dauerzellen 40–250  $\mu$  lang: *Gl. natans* Rabenh. ex Bornet et Flahault, festsitzend oder freischwimmend in stehenden Gewässern, kosmopolitisch. — **Bbb.** Dauerzellen bis 80  $\mu$  lang: *Gl. Raciborskii* Woloszyńska in Reisfeldern auf Java und zwischen Uferpflanzen eines Sees in Sumatra (Fig. 114). — *Gl. Levestui* Frémy mit eiförmigen (nicht zylindrischen) Dauerzellen in Reihen, auf feuchter Erde in Äquatorialafrika.

4. *Rivularia* (Roth) C. Agardh, Syst. Alg. (1824) 19 pro parte, emend. J. Agardh, Alg. mar. mediterr. adriat. (1842) 9 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 4 (1886) 345. —

*Rivularia* Roth, N. Beitr. Bot. (1802) 261; Catal. bot. III (1806) 332 p. p.; non *Rivularia* Roth l. c. (1797) 212 (= p. p. *Chaetophora* Schrank, *Chlorophyce.*) — *Zonotrichia* J. Agardh, Alg. mar. mediterr. adriat. (1842) 9. — *Diplotrichia* J. Agardh l. c. 10. — *Ainactis* Kützinger, Phyc. gen. (1843) 237. — *Heteractis* Kützinger l. c. 236. — *Geocyclus* Kützinger l. c. 235. — *Euactis* Kützinger l. c. 240. — *Dasyactis* Kützinger l. c. 239. — *Linnactis* Kützinger l. c. 237 pro parte (*L. minutula* Kützinger). — *Physactis* Kützinger l. c. 235 pro parte (*Ph. lobata*). — *Rivularia* sect. *Eurivularia* Kirchner in E. P. I. Aufl. I. 1a (1898) 90. — Non *Rivularia* auct. incl. *Gloeotrichia*. — Trichome unverzweigt oder meist in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen scheinverzweigt. Fäden radial oder mehr oder weniger parallel, zu halbkugeligen oder kugeligen, im Alter oft zusammenfließenden und dann ausgebreitet polsterförmigen Gallertlagern vereinigt. Scheiden außen mehr oder weniger verschleimend. Trichome in ein meist langes Haar ausgehend. Heterocysten basal oder auch interkalar, oft an der Basis der Scheinverzweigungen. Hormogonien einzeln oder zu mehreren aus dem interkalaren Meristem unterhalb des Haares. Dauerzellen fehlen.

Ableitung des Namens von rivulus (Bächlein).

Die oft sehr langen Trichome zeigen sehr starke Unterschiede zwischen den kurz tonnenförmigen meristematischen Zellen und den ausgewachsenen, lang zylindrischen der basalen Teile. Die Arten leben festgeheftet an Steinen, Holz, Wasserpflanzen u. dgl. in stehenden und fließenden Gewässern oder auch an feuchten bzw. überrieselten Felsen, wo sie oft schon mit freiem Auge auffallende gallertige Überzüge bilden. *R. haematites* Agardh ist eine Charakterform der Wellenschlagszone oligotropher Alpenseen (Fig. 14, 23). Die Gallerte wird oft von anderen fadenförmigen Blaualgen (auch Rivulariaceen) dicht besiedelt, wodurch die Beschaffenheit der Lager verändert werden kann. Manche Arten sind bekannte Kalkfäler. Die Kalkkristalle, die in der Fadengallerte entstehen, schließen beim Heranwachsen die Fäden selbst oft völlig ein, so daß der Faden als Ausfüllung einer Kalkröhre erscheint. Die Thalli können dabei im ganzen steinern werden; wachsende Fäden findet man dann nur in der obersten Lagerschichte. Im Zusammenhang mit rhythmischen jahreszeitlichen Wachstumsvorgängen erfolgt die Kalkfällung bei manchen Arten zonenweise, die Lager erscheinen dann vielfach schon bei Betrachtung mit freiem Auge im Querschnitt gezont. Die größten derartigen Lager können mehrere Zentimeter dick werden und wachsen offenbar viele Jahre hindurch an der Oberfläche weiter (vgl. L. E. R. Picken in New Phytol. 35, 1936, 221, und J. Wallner in Beih. Bot. Centralbl. Abt. A, 54, 1935, 151).

Einige Arten sind marin und bilden an den Felsen der Meeresküsten vielfach auffallende Zonen. Planktonisch kommt *R. planctonica* Elenkin vor, die aber ungenügend bekannt ist; vielleicht handelt es sich nur um ein sekundäres Vorkommen; auch die Lager anderer Arten können gelegentlich losgerissen werden und werden dann freischwimmend angetroffen.

Leitart: *R. dura* Roth, N. Beitr. Bot. (1802) 273 ex Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét. II (1886) 347, bildet kleine, leicht verkalkte oder unverkalkte Lager in stehenden Gewässern in Europa, Afrika und Nordamerika; wahrscheinlich weiter verbreitet (vgl. P. Frémy in Ann. de Prot. III, 1930, 69).

Etwa 20 Arten. **A.** Marine Arten. — **Aa.** Lager weich, Trichome bis  $13,5\ \mu$  breit: *R. polyotis* (Ag.) Bornet et Flahault an der oberen Flutgrenze in Europa und Nordamerika (Fig. 13); die Entwicklungsgeschichte wurde von Bornet und Thuret (Notes algol. II, Paris 1880) näher untersucht. — **Ab.** Lager fest, Trichome  $5-8$  ( $-10$ )  $\mu$  breit: *R. bullata* (Poir.) Berk. ex Bornet et Flahault in der Gezeitenzone, kosmopolitisch. — **Ac.** *R. atra* Roth ex Bornet et Flahault mit  $2,5-5\ \mu$  breiten Trichomen, an den Meeresküsten der ganzen Welt.

**B.** Süßwasserarten. — **Ba.** Lager gezont und verkalkt, sehr groß, hart: *R. haematites* (DC.) Ag. ex Bornet et Flahault, wahrscheinlich kosmopolitisch (Fig. 14, 23); ähnlich *R. rufescens* Nägeli ex Bornet et Flahault. — **Bb.** Lager mäßig verkalkt, ziemlich weich, klein: *R. Biasoletti* Menegh. ex Bornet et Flahault in stehenden und fließenden Gewässern, auf Erde, auch in Salzwasser, in Europa, Nordafrika und Nordamerika; ähnlich *R. minutula* (Kütz.) Bornet et Flahault mit breiteren Trichomen an ähnlichen Standorten in Europa und Nordamerika. — **Bc.** Lager unverkalkt, weich: *R. aquatica* de Wild. em. Geitler (inkl. *R. globiceps* G. S. West) in Seen in Afrika, Indien und Java; in den Trüppern bei Bremen, offenbar eingeschleppt.

5. *Isactis* Thuret in Ann. sci. nat. bot. 6. sér. I (1875) 382 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 4 (1886) 343. — Trichome spärlich scheinverzweigt, meist unverzweigt, aufrecht, parallel, in ein Haar ausgehend, in gemeinsamer Gallerte; Thallus fest-sitzend, flach krustenförmig, kreisförmig, am Rande wachsend.

Ableitung des Namens: *ισος* (ähnlich), *ἄκτις* (Radius).

Leitart: *I. plana* Thuret l. c. 344 ex Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét. II (1886) 343; Bornet und Thuret, Notes algol. II, Paris 1880, Taf. 40; lebt auf Meeresalgen, Steinen und Schalen an den Küsten Europas, Nordamerikas und Nordafrikas. Fig. 119 B. — Eine zweite Art, *I. centrifuga* Bornet in Nordamerika, unterscheidet sich nur graduell.

*I.* ähnelt manchen *Calothrix*-Arten, unterscheidet sich aber durch die gemeinsame Gallerte, in der die Fäden eingebettet liegen. Gegenüber *Rivularia* liegt der Unterschied darin, daß die Fäden nicht von einem Zentrum reich verzweigt ausstrahlen, sondern nahezu parallel liegen.

6. *Sacconema* Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 14 (1882) 282, 298 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 381. — Fäden büschelförmig zu einem kleinen feststehenden Lager vereinigt. Trichome mit einzelnen kurzen Scheinästen, zu zweien oder mehreren in einer Scheide. Scheiden sehr dick, anfangs blasig sackförmig, später an der Spitze geöffnet, aus trichterig ineinander steckenden Stücken aufgebaut. Heterocysten an der Basis der Scheinäste. Dauerzellen.

Ableitung des Namens: *σακκος* (Sack) und *νημα* (Faden).

Die zuerst beschriebene Art (Leitart): *S. rupestre* Borzi l. c. Taf. 16, Fig. 9, Taf. 17, Fig. 10–12 ex Bornet et Flahault l. c., an feuchten Felsen in Italien und angeblich in einem See in Nordamerika (Fig. 119 A), ist in verschiedener Hinsicht problematisch. In der Diagnose sind keine Haare angegeben; die hier wiedergegebene Abbildung zeigt verjüngte Trichomenden, die aber nicht Rivulariaceenhaaren gleichen. Da Borzi keine andere Abbildung mit Haaren gibt und kein Originalmaterial vorhanden ist, läßt sich ein sicherer Einblick nicht gewinnen. Nach der Beschreibung und den Abbildungen ist es mir aber wahrscheinlich, daß die Pflanze Borzis identisch mit einer der Scytonemataceen *Petalonema densum*, *Scytonema crustaceum* oder *Tolypothrix Elenkinii* ist, die an gleichen Örtlichkeiten wachsen und — abgesehen von den verjüngten Enden — in allen Merkmalen mit *S. rupestre* übereinstimmen. V. J. Poljansky (in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. USSR., Pl. Crypt. 2. ser. II, 1935, 25, Taf. I, II) betrachtet dagegen *S. rupestre* als Stadium von *Dichothrix gypsophila* (ohne Originalmaterial gesehen zu haben). Demgegenüber ist festzustellen, daß sehr häufig *Petalonema densum* und *Dichothrix gypsophila* nebeneinander und auch durcheinander wachsen, so daß vielfach täuschende Bilder scheinbarer „Übergänge“ beider Arten entstehen. Auch H. Skuja (in Handel-Mazzetti, Symb. Sinicae I, 1937, 23) nimmt gegen die Auffassung Poljanskys Stellung, in dem er selbst eine neue Art, *S. homoioclamys*, aus China beschreibt. Diese Art ist zweifellos der Repräsentant einer Rivulariaceen-Gattung, die von anderen verwandten sich deutlich unterscheidet und als eigene Gattung angesehen werden muß, wenn die Gattung *Sacconema* Borzi nicht sicher identifizierbar bzw. fallen zu lassen ist. Wesentlich ist, daß *S. homoioclamys* typische sackförmige Scheiden besitzt, außerdem aber typische Rivulariaceenhaare ausbildet.

7. *Calothrix* Agardh, Syst. Alg. (1824) XXIV ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 345 (pro parte, excl. *Homoeothrix*), em. Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 87. — *Calothrix* Sekt. II. *Eucalothrix* Bornet et Flahault l. c. 346. — Non *Calothrix* (Ag.) Poljansky in Acta Inst. Bot. Ac. Sci. USSR. 2. ser. II (1935) 16 inkl. *Dichothrix*. — *Desmaretiella* Bory in Dict. class. Hist. Nat. V (1824) 438. — *Leibleinia* Endl. Gen. pl. (1836) 5; Suppl. III (1843) 21 (*Leibleinia* Meneghini, Cenni Algh. 1838, 31 et auct.; non Gomont = sect. *Lyngbyae*). — *Mastigonema* Schwabe in Linnaea XI (1837) 112. — *Mastichonema* Kützing, Phyc. gen. (1843) 232. — *Schizosiphon* Kützing l. c. 233. — *Mastichothrix* Kützing l. c. 232. — *Lophopodium* Kützing, Tab. phyc. I (1849) 45 (nach Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a, 1898, 87). — *Tildenia* Kossinskaja in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Princ. USSR. 4 (1926) 85; non Miquel (1843 = *Peperomia*). — *Setchellia* J. De-Toni, Noterelle nom. alg. VIII (1936) 6. — Fäden einzeln oder in kleinen Büscheln, manchmal zu polsterförmigen Lagern vereinigt, in welchen die Fäden aufrecht und parallel angeordnet sind, an der Basis dick, gegen das Ende zu verjüngt und in ein Haar ausgehend, unverzweigt oder seltener scheinverzweigt. Scheiden meist wenigstens

an der Basis fest. Heterocysten meist basal-terminal, seltener auch interkalar. Bei einigen Arten Dauerzellen an der Basis der Fäden, einzeln oder zu wenigen. Hormogonien meist zu mehreren hintereinander nach Abwurf des Haares gebildet.

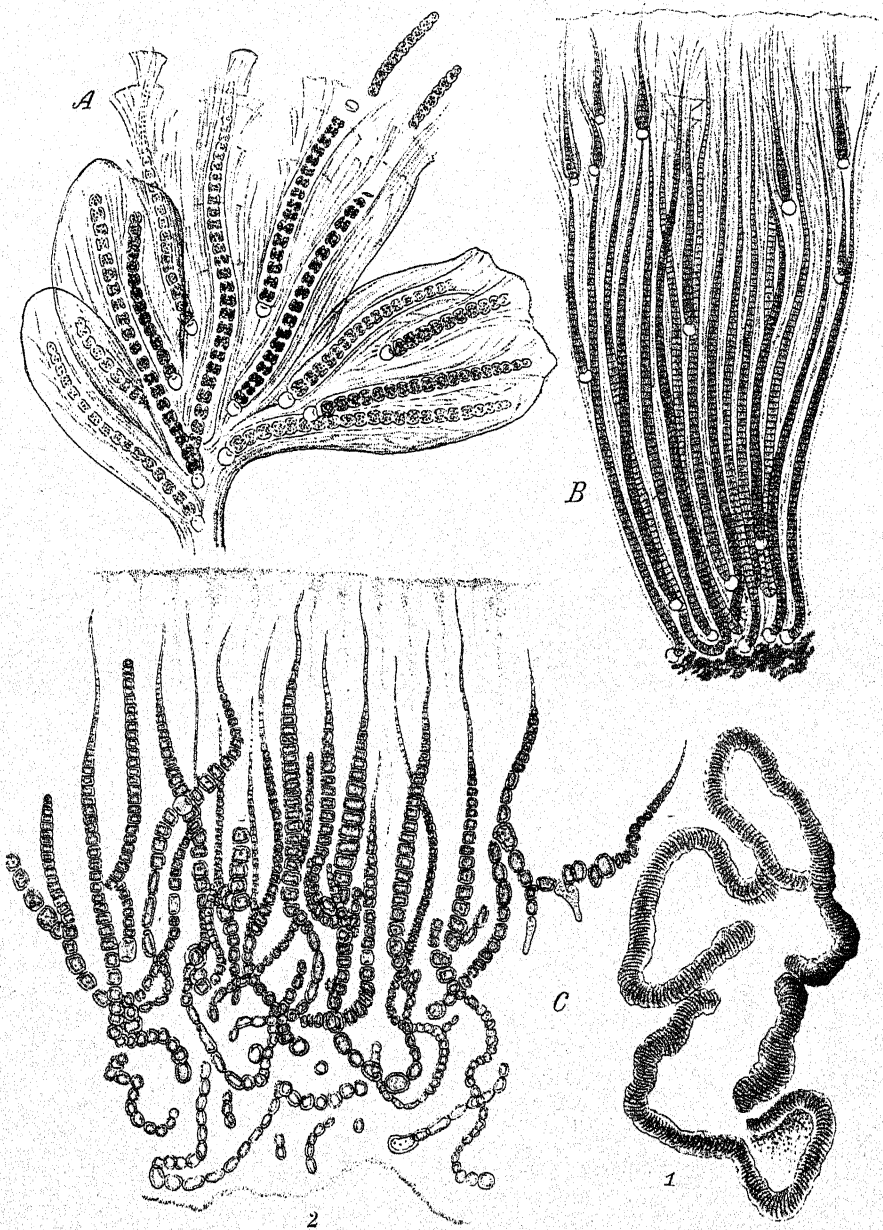


Fig. 119. *A* *Sacconema rupestre* Borzi, Vertikalschnitt ( $\frac{660}{1}$ ); *B* *Isactis plana* Thur., Vertikalschnitt ( $\frac{160}{1}$ ); *C* *Brachytrichia Quoyi* (Ag.) Born. et Flah. (= *Br. Balani* Born. et Flah.), 1 Durchschnitt durch ein Lager ( $\frac{12}{1}$ ), 2 Vertikalschnitt eines Lagerteiles ( $\frac{330}{1}$ ). — *A* nach Borzi, *B*, *C* nach Bornet.



Wichtigste spezielle Literatur: E. Bornet et G. Thuret, Notes algolog. 1876, 1880, Paris<sup>1)</sup>.

Ableitung des Namens: *καλος* (schön), *θρίξ* (Haar).

Bei manchen Arten treten paarweise Scheinverzweigungen nach Art von *Scytonema* auf, die Scheinäste gehen in Haare aus und ein Trichomstück besitzt dann an beiden Enden Haare. Dieses Verhalten steht damit im Zusammenhang, daß die Polarität der Trichome nicht fixiert ist; die keimenden Hormogonien können zwar von Anfang an das eine Ende zur Basis, das andere zum Haar ausbilden, in anderen Fällen bildet dagegen das Hormogonium an jedem Ende eine Spitze und in der Mitte an einer Unterbrechung, die durch eine interkalare Heterocyste gebildet werden kann, zwei Basen. Auf Grund der beidseitigen Haarbildung hat Kossinskaja (in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Princ. USSR. 4, 1926, 85) eine eigene Gattung *Tildenia* aufgestellt, — die dann J. De-Toni (Noterelle nom. alg. VIII, 1936, 6) in *Seitchelliella* umbenannt hat — ohne die Existenzberechtigung der Gattung zu prüfen. Tatsächlich ist die typische Art, *Tildenia fuliginosa* (Tilden) Kossinskaja (= *Scytonema fuliginosum* Tilden) identisch mit *Calothrix crustacea* Thuret (vgl. F. Drouet in Amer. J. Bot. 25, 1938, 659); die Art wurde schon von Bornet und Thuret l. c. genau untersucht und gut abgebildet. Die zweite zu *Tildenia* gezogene Art, *T. pilosa* (Harvey) Poljansky (= *Seitchelliella pilosa* (Harvey) J. De-Toni l. c.), ist *C. pilosa* Harvey (vgl. Drouet l. c.). Das Verhalten beider Arten rechtfertigt nicht die Aufstellung einer eigenen Gattung (vgl. auch P. Frémy in F. Børgesen, Marine Alg. Danish-West-Ind. 1939, 36). — Vgl. auch oben S. 154.

Die Zahl der aufgestellten Arten ist sehr beträchtlich. Bornet und Flahault l. c. unterschieden 23 Arten, seither ist die Gesamtzahl der Arten auf etwa 70 angewachsen. Es ist dabei aber sicher, daß zahlreiche Arten zu unrecht aufgestellt worden sind. Die vielfach verwendeten „Merkmale“ wie Scheidenfärbung, Vorhandensein oder Fehlen von Dauerzellen, Länge des Haares usw. sind für sich allein, d. h. ohne daß die gesamte Entwicklungsgeschichte und die Standortseinflüsse bekannt sind, völlig nichtssagend. Für verschiedene Arten und auch für eine *Dichothrix*-Art, die sich ähnlich polymorph wie *C.*-Arten verhalten, ließ sich zeigen, daß während der Entwicklung und in Abhängigkeit verschiedener Außeneinflüsse so verschiedene Wuchsformen auftreten, daß sie ohne nähere Kenntnis als Arten beschrieben werden könnten (Bornet und Thuret l. c.; L. Geitler in Arch. f. Protok. 82, 1934, 83). Tatsache ist, daß man fast in jedem größeren Material *C.*-Fäden findet, die sich nicht zwanglos mit einer bekannten Art identifizieren lassen; wenn nicht mehrere sichere und auffallende Unterscheidungsmerkmale vorhanden sind, sollte man besser auf eine Neubeschreibung verzichten, sofern nicht der wesentliche Teil der Entwicklungsgeschichte klargestellt werden kann. Es ist dabei besonders zu berücksichtigen, daß manche Arten längere Zeit, ohne ein Haar zu bilden, wachsen können. Oft wird auch das Haar abgeworfen, und der darunter liegende meristematische Trichomteil bildet längere Zeit hindurch Hormogonien, d. h. wächst nach der ersten Hormogonienentleerung wieder nach, bildet wieder Hormogonien usw., so daß sich ein regelmäßiger Wechsel zwischen Wachstum und Hormogonienbildung einstellt; bei jedem Wachstumsakt wird eine neue Scheide innerhalb der alten gebildet, so daß die Scheiden im Alter vielfach zusammengesetzt erscheinen (vgl. Bornet und Thuret l. c.). Die Hormogonien selbst sind oft sehr kurz und entstehen zu vielen hintereinander (Fig. 120). Auch die Beschaffenheit der Scheiden ist, obwohl in einzelnen Fällen spezifisch, im allgemeinen Schwankungen unterworfen, so daß sich auf ihr zumindest keine Sektionen begründen lassen, wie dies Kirchner (in E. P. I. Aufl.) versuchte (Sekt. I. *Eucalothrix* Kirchner mit dünnen, festen, und Sekt. II. *Rivulariopsis* Kirchner mit dicken, gallertigen Scheiden).

Die Arten leben typischerweise festsitzend auf den verschiedensten Unterlagen, zum Teil im Meer, zum Teil im Süßwasser und auch an feuchten Felsen u. dgl., oder in Gallerten anderer Algen (z. B. von *Rivularia*). Bei manchen Arten stehen die Fäden von der Unterlage ab, bei anderen liegen die Fäden ihr an. *C. thermalis* ist eine typische Thermalform von anscheinend kosmopolitischer Verbreitung; *C. Castellii* u. a. in Thermen lebende Arten haben, soweit sicher bekannt, eine beschränkere Verbreitung. Über die

<sup>1)</sup> Die Mitteilungen R. Webers (in Arch. f. Protok. 79, 1933, 391) sind in mancher Hinsicht irrig.

geographische Verbreitung der meisten Arten läßt sich in Anbetracht des unvollkommenen Standes der Systematik nichts Endgültiges sagen.

Leitart: *C. confervicola* Agardh, Syst. Alg. (1824) 70 ex Bornet et Flahault, Rev. Nost. Hét. I (1886) 349 (*Conferva confervicola* Roth, Dillwyn; *Desmarestellia confervicola* Bory; *Leiblinia confervicola* Endlicher) auf Meeresalgen und Seegras an den Küsten der ganzen Welt. Fig. 120.

Von den zahlreichen übrigen Arten seien hier nur einige erwähnt.

**A. Marine Arten.** — **Aa.** Endophytisch im Thallus der Rotalgen *Nemalion lubricum* und *multifidum*: *C. parasitica* Thuret ex Bornet et Flahault in Europa, Marokko, Nordamerika. — **Ab.** Freilebend. — **Ab $\alpha$ .** Epiphyten: *C. aeruginea* Thuret ex Bornet et Flahault mit 7–9  $\mu$  breiten Trichomen, kosmopolitisch auf Meeresalgen; *C. confervicola* mit 10 bis 18  $\mu$  breiten Trichomen (vgl. oben). — **Ab $\beta$ .** Felsen-, Schlamm-, Holzbewohner. — **Ab $\beta$ 1.** Heterocysten nur basal: *C. scopulorum* Agardh ex Bornet et Flahault mit 8–15  $\mu$  breiten Trichomen, sehr polymorph (vgl. Bornet und Flahault l. c.), kosmopolitisch an den Meeresküsten, manchmal auch in kaum salzigem Wasser. — **Ab $\beta$ 11.** Heterocysten basal und interkalar, Trichome scheinverzweigt. — **Ab $\beta$ 111.** Äste in Bündeln: *C. fasciculata* Ag. ex Bornet et Flahault in Europa und Nordamerika. — **Ab $\beta$ 112.** Äste nicht in Bündeln: *C. pilosa* Harvey ex Bornet et Flahault in Nordamerika (über die Synonyme vgl. die Einleitung). Mehrere Arten von meist weiter Verbreitung.

**B. Süßwasserarten** (einige ausnahmsweise auch im Salzwasser). — **Ba.** Mit Dauerzellen. — **Ba $\alpha$ .** Scheiden sehr dick: *C. wembaerensis* Hieron.

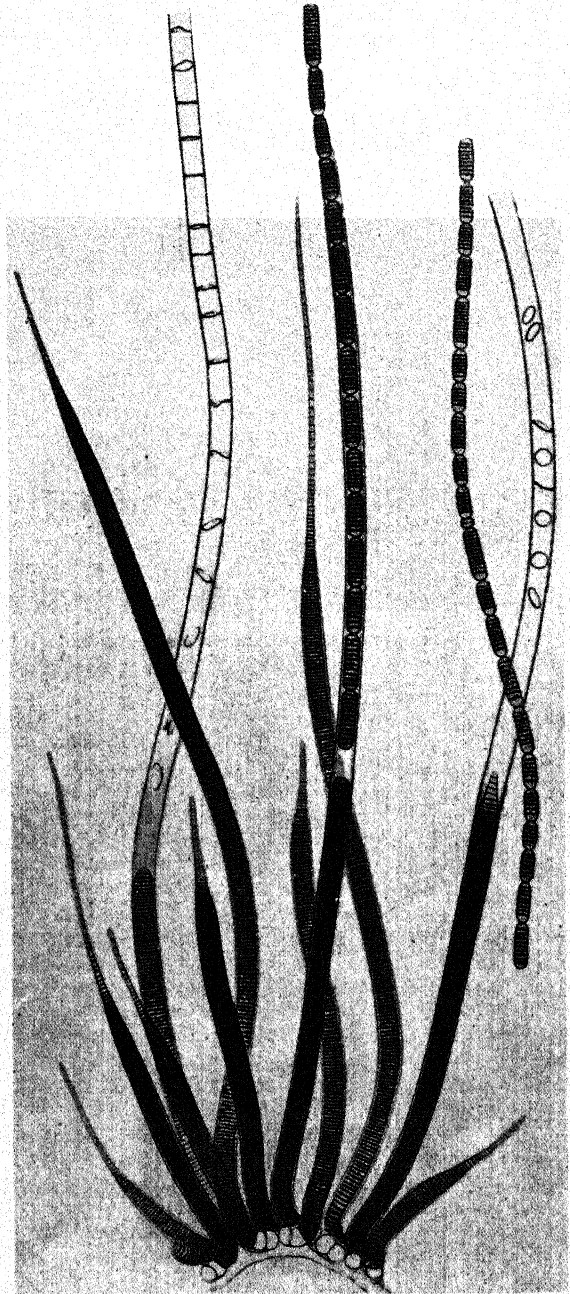


Fig. 120. *Calothrix confervicola* Ag., junge und alte Fäden, zum Teil in Hormogonienbildung; der Zerfall in Hormogonien erfolgt durch ringförmige „Spaltkörper“, die aus zugrunde gehenden Zellen hervorgehen (in den leeren Scheiden nach Austritt der Hormogonien deutlich sichtbar) (etwa  $100/1$ ). — Nach Bornet und Thuret.

et Schmidle in stehendem Wasser in Deutsch-Ostafrika. — **Baß.** Scheiden normal dick: *C. stagnalis* Gomont auf Algen in stehenden Gewässern in Europa und Nordamerika, u. a. — **Bb.** Ohne Dauerzellen. — **Bb $\alpha$ .** Im Schleim anderer Algen, Trichome 7–8  $\mu$  breit: *C. fusca* Bornet et Flahault in stehenden und fließenden Gewässern, kosmopolitisch. — **Bb $\beta$ .** Epiphyten. — **Bb $\beta$ l.** Fäden 18–24  $\mu$  breit: *C. adscendens* Bornet et Flahault auf Wassermooseen und Algen in stehenden Gewässern in Europa, Afrika und Nordamerika. — **Bb $\beta$ II.** Fäden 5–7,5  $\mu$  breit: *C. epiphytica* W. et G. S. West in stehenden Gewässern (England, Island, Zentralafrika, Sumatra, Antillen, Feuerland, Patagonien, Antarktis). — **Bb $\gamma$ .** Auf Steinen oder auf Holz. — **Bb $\gamma$ l.** Scheiden dunkelbraun gefärbt, Fäden 10–12  $\mu$  breit, zu krustigen, flach polsterförmigen Lagern vereinigt: *C. parietina* Thuret ex Bornet et Flahault in der

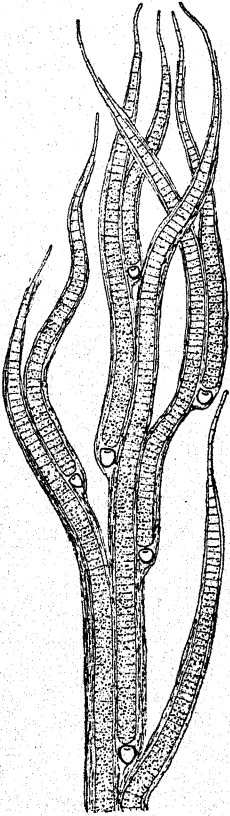


Fig. 121. *Dichothrix Orsini* Born. et Flah.; nach Frémy.

Wellenschlagszone von Seen, manchmal trockenliegend, mitunter auch in Salzwasser, kosmopolitisch. — **Bb $\gamma$ II.** Scheiden farblos. — **Bb $\gamma$ III.** Ohne interkalare Heterocysten. — **Bb $\gamma$ III\*.** Fäden breiter als 10  $\mu$ . — **Bb $\gamma$ III\*†.** Fäden an der Basis nicht zwiebelig verdickt, Kalksteine korrodierend: *C. Viquieri* Frémy in stehenden Gewässern in Äquatorialafrika und Sumatra. — **Bb $\gamma$ III\*††.** Fäden zwiebelig verdickt. — **Bb $\gamma$ III\*††O.** Fäden 12–13  $\mu$  breit: *C. Castellii* (Massalongo) Bornet et Flahault in Seen und Thermen in Italien, im Nyassa-See, in Niederl.-Indien, Nordamerika. — **Bb $\gamma$ III\*††OO.** Fäden 20–25  $\mu$  breit: *C. Bossei* Frémy in Quellen in Äquatorialafrika und Java. — **Bb $\gamma$ III\*\*.** Fäden 9–10  $\mu$  breit, aufrecht parallel zu einem deutlichen Lager vereinigt: *C. Braunii* Bornet et Flahault in stehenden und fließenden Gewässern in Europa, Afrika, Nordamerika, Porto Rico. — **Bb $\gamma$ II2.** Mit interkalaren Heterocysten, Lager schleimig, Fäden 10–12  $\mu$  breit: *C. thermalis* (Schwabe) Hansg. ex Born. et Flah. in Thermen in Europa, Algier, Madagaskar, Sumatra, Nordamerika, Ecuador, wahrscheinlich kosmopolitisch. — *C. Kossinskajae* Poljansky (in Stümpfen bei Leningrad) bildet unter plötzlicher Zusammenziehung am Trichomscheitel Haare, die sich von allen anderen Rivulariaceen-Haaren dadurch unterscheiden, daß ihre Zellen außerordentlich kurz — kürzer als die übrigen Trichomzellen — sind; manchmal geht die Endzelle auch in einen ungegliederten (?) haarartigen Fortsatz aus; die Haare können auch ohne Verbindung mit dem Trichom außen auf der Scheide aufsitzen (?); eine nähere Untersuchung dieser Verhältnisse steht noch aus.

8. *Dichothrix* Zanardini, Plant. Maris rubri enum. (1858) 98 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 373, em. Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 87 (exkl. *Dichothrix Nordstedtii* = *Homoeothrix caespitosa*). — Trichome mit gehäuft, subdichotomen Scheinverzweigungen, deren basale Teile oft zu mehreren in einer gemeinsamen Scheide stecken und mit einer basalen Heterocyste beginnen. Fäden zu büscheligen oder polsterförmigen Lagern vereinigt, abgesehen von den gehäuft verzweigten wie bei *Calothrix*. Hormogonien nach Abwurf des Haares gebildet. Dauerzellen unbekannt. Heterocysten basal und interkalar.

Ableitung des Namens:  $\delta\upsilon\chi\alpha$ ,  $\delta\iota\chi\omega\varsigma$  (doppelt) und  $\theta\upsilon\lambda\iota\varsigma$  (Haar).

Die Gattung unterscheidet sich nur graduell von *Calothrix* (und *Gardnerula* = *Polythrix*), von manchen *Homoeothrix*-Arten nur durch den Besitz von Heterocysten.

Leitart: *D. penicillata* Zanardini l. c. Taf. 12, Fig. III ex Bornet et Flahault, auf *Zostera* und Meeresalgen im Roten Meer, an den Küsten Guadelupes, Mexikos, Porto Ricos, Jamaicas, in Niederl.-Indien, offenbar nur auf die wärmeren Meere beschränkt.

Etwa 20 Arten meist im Süßwasser, am Ufer von Seen, an überrieselten Felsen, einige auch in Thermen. Die marinen Arten sind sämtlich außereuropäisch, doch findet man in Europa an Felsen in Meeresnähe manchmal Süßwasserarten, die zeitweise von Salzwasser benetzt werden.

**A. Marine Arten:** Außer *D. penicillata* fünf oder sechs Arten. *D. fucicola* (Kütz.) Bornet et Flahault mit 17–22  $\mu$  breiten Trichomen (Antillen, Atlantischer Ozean); *D. rupicola* Collins mit 7–9  $\mu$  breiten und *D. minima* Setchell et Gardner mit 4–5  $\mu$  breiten Trichomen in Nordamerika.

**B. Süßwasserarten.** — **Ba.** Scheiden deutlich divergierend geschichtet und an den Enden zerfasert. — **Ba $\alpha$ .** Fäden 15–18  $\mu$  breit, nicht sehr dicht miteinander vereinigt: *D. gypsophila* (Kütz.) Bornet et Flahault an feuchten Kalkfelsen, an Mauern u. dgl., manchmal auch an der Meeresküste, in Europa, Nordamerika, Afrika. — **Ba $\beta$ .** Fäden 9–12  $\mu$  breit, zu einem sehr dichten büscheligen Lager vereinigt: *D. compacta* Bornet et Flahault in fließenden Gewässern, an Felsen, einmal auch aus Thermen angegeben (irrtümlich?), in Europa und Nordamerika. — **Bb.** Scheiden nicht deutlich divergierend geschichtet und an den Enden zerfasert. — **Bb $\alpha$ .** Fäden 10–12  $\mu$  breit: *D. Orsiniana* Bornet et Flahault an feuchten Felsen (oft in sog. „Tintenstrichen“), in schnell fließendem Wasser, auch in von Wasser erfüllten Felslöchern in Europa, Zentralasien, Indien, Äquatorialafrika, Nordamerika, wohl kosmopolitisch; Fig. 121. — **Bb $\beta$ .** Fäden 15  $\mu$  breit: *D. Baueriana* (Grunow) Bornet et Flahault in fließenden und stehenden Gewässern, an überrieselten Felsen u. dgl., in Europa.

9. **Gardnerula** J. De-Toni, Noterelle nom. alg. (1936) 5. — *Polythrix* Zanardini, Phyc. Ind. Pugill. (1872) 32 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 380; non *Polythrix* Nees (1847, = *Crossandra* Salisb., *Acanthac.*). — Wie *Dichothrix*, aber die Scheinäste zu sehr vielen in Büscheln.

Benannt nach dem amerikanischen Algologen N. L. Gardner.

Einzige Art: *G. corymbosa* (Harvey) J. De-Toni l. c. (= *Polythrix corymbosa* (Harvey) Grunow ex Bornet et Flahault l. c. = *Microcoleus corymbosus* Harvey, Nereis Phyc. Amer. 3, 1858, 109, Taf. 28 B) auf Felsen an den Meeresküsten Persiens, Indiens, Nordamerikas, Porto Ricos, bildet bis 3 cm hohe, büschelig polsterförmige Lager, die Trichome sind 5–6  $\mu$  breit. — Die Art unterscheidet sich nur graduell von *Dichothrix*.

### Anhang zu den Rivulariaceae: Unsichere und auszuschließende Gattungen

**Amphithrix** Kütz., Phyc. gen. (1843) 220 pro parte ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 343. — *Kuetzingina* O. Kuntze, Rev. Gen. III. 2 (1898) 411 (unnötige Umtaufung wegen *Amphitrichum* Nees 1818, *Fungi*, das aber nicht als Homonym zu *Amphithrix* anzusehen ist). — Lager krustenförmig oder büschelig, purpurn oder violett, aus zwei Schichten aufgebaut: an der Basis horizontal ausgebreitete, verflochtene Fäden oder in radiären Reihen liegende Zellen, aus welchen sich aufrechte, unverzweigte, in ein Haar ausgehende Fäden erheben, die Hormogonien bilden können. Keine Heterocysten. Dauerzellen unbekannt.

Ableitung des Namens von *ἀμφι* (herum) und *θρίξ* (Haar).

Leitart: *A. janthina* (Montagne) Bornet et Flahault l. c. 344 in Quellen und Bächen in Europa, Afrika und Nordamerika; Fig. 122 B. — *A. violacea* (Kütz.) Bornet et Flahault und *A. laminariae* Kuckuck an Küstenfelsen und Meeresalgen.

Wie sämtliche Abbildungen zeigen, ist der Zusammenhang des basalen Thallusabschnitts mit den aufrechten Fäden unorganisch und entwicklungsgeschichtlich unmöglich. Es läßt sich mit größter Sicherheit annehmen, daß die beiden Teile nicht zusammengehören, sondern daß es sich um Lager von *Homoeothrix*-Arten handelt, die an ihrem Grunde von anderen Blaualgen, im besonderen Pleurocapsalen (oder Chroococcalen) durchwachsen sind. Die Leitart ist wohl identisch mit *Homoeothrix varians* Geitl., die sehr oft nicht rein, sondern in der oben geschilderten Weise durchwachsen anzutreffen ist. Schon Bornet et Flahault haben erkannt, daß die ursprüngliche Kützingsche Gattung infolge der Verknennung solcher Mischlager aufgestellt wurde, glaubten aber, *A. janthina* und *A. violacea* aufrecht erhalten zu können. Auch dies erscheint nicht mehr möglich, solange nicht eine Pflanze gefunden wird, bei welcher der angebliche entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang der basalen Zellgruppen mit den aufrechten Fäden tatsächlich bewiesen ist; zufolge aller diesbezüglichen Erfahrungen läßt sich voraussagen, daß es solche Formen gar nicht gibt.

**Leptochaete** Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 14 (1882) 298 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 3 (1886) 341. — Fäden unverzweigt, meist sehr zart, einen dünnen, krustigen Thallus von unbestimmter Ausdehnung bildend. Vermehrung durch Hormogonien und Chroococcalen-artige Zustände, die aus der Basis der Fäden sich entwickeln. Keine Heterocysten.

Ableitung des Namens von λεπτός (dünn) und χαιτή (Mähne).

Leitart: *L. crustacea* Borzi l. c. Taf. 16, Fig. 6—8 ex Bornet et Flahault l. c. 342, auf Stengeln von Wasserpflanzen in Europa; Fig. 122 A. Außerdem etwa 9 Arten, meist in Quellen und Bächen auf Steinen, die von Forti in De-Toni, Sylloge Alg. V (1907) 598, nach der Farbe der Scheiden in die Sekt. I. *Diaphanochaete* Forti und Sekt. II. *Xanthochaete* Forti gegliedert werden.

In keinem Fall ist der entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang der basalen Zellgruppen mit den aufrechten Fäden bewiesen. Nach allen Erfahrungen kann es sich nur um *Homoeothrix*-Fäden handeln, an deren Basis Chroococcalen wachsen. Besonders in Bergbächen sind derartige, als „*Leptochaete*“ zu mißdeutende Formen häufig anzutreffen.

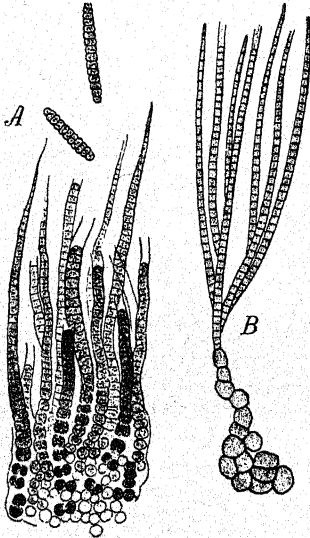


Fig. 122. A *Leptochaete crustacea* Borzi (<sup>800</sup>/<sub>1</sub>); B *Amphithrix janthina* Born. et Flah. (<sup>575</sup>/<sub>1</sub>). — A nach Borzi, B nach Kirchner.

**Sokolovia** Elenkin in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Princ. USSR. 4 (1926) 89, Fig. 1—9 (non *Sokolofia* Raf. 1838 = *Salix*) mit der Art *S. Neumaniae* Elenkin bildet einreihige, unverzweigte, einzelne Fäden, die mittels einer vergrößerten und in einem Membranbecher sitzenden basalen Zelle festgeheftet und am Ende verjüngt sind, aber nicht in ein Haar ausgehen; Vorkommen: auf den Beinen der Wassermilbe *Neumania triangularis* in Sümpfen bei Bucharä.

Hormogonien wurden nicht beobachtet und sind zufolge der gesamten Organisation auch nicht zu erwarten. Es besteht in dieser Hinsicht eine gewisse Ähnlichkeit mit *Pascherinema* (*Endonema*). Jedenfalls ist *S.* keine typische Rivulariacee, weshalb Elenkin auch eine eigene Familie, *Sokoloviaceae*, aufstellt.

Es scheint aber, daß überhaupt keine Blaualge vorliegt. Elenkin gibt zwar blaugrüne Färbung an (übrigens konnte er offenbar nur fixiertes Material untersuchen), doch mag es sich hierbei um einen bloßen optischen Effekt handeln. Eine morphologisch völlig identische Form, die aber — auch im Leben — völlig farblos war, wurde anlässlich der Deutschen Sunda-Expedition gefunden (L. Geitler und F. Ruttner in Arch. Hydrobiol. Suppl. XIV,

1935, 430). Dieser Umstand, wie die Organisation überhaupt und die Tatsache von sonst bei Blaualgen nicht vorkommenden beträchtlichen Größenschwankungen zwingen zu dem Schluß, daß es sich um eine Trichobacteriacee handelt.

**Tapinothrix** Sauvageau in Bull. Soc. Bot. Fr. (1892) CXXIII mit der Art *T. Borneti* Sauvageau l. c. Taf. 6, Fig. 7, ist dadurch charakterisiert, daß die Fäden in ein „Schleimhaar“ ausgehen. Dieses Schleimhaar ist offenbar nichts anderes als das nach der Hormogonientleerung kollabierte Scheidenende, die Art ist somit eine *Homoeothrix* (da Heterocysten fehlen); vgl. Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 605. — Eine zweite Art, *T. mucicola* Borge, scheint überhaupt keine Rivulariacee, sondern eine kleine *Lyngbya* zu sein.

**Raphidiopsis** F. E. Fritsch et Rich, die von den Autoren als Rivulariacee angesehen wird, wird hier bei den Nostocaceen behandelt (S. 179).

## Nostocaceae

Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 70; exkl. *Aulosireae*. — *Nostocaceae* Kützing, Phyc. Gen. (1843) 203. — Non *Nostocaceae* s. str. Elenkin, Monogr. Alg. Cyan. USSR. (1936) 541.

**Merkmale.** Fäden unverzweigt. Trichome immer einreihig (während der Keimung der Hormogonien mancher *Nostoc*-Arten manchmal scheinbar zweireihig), überall gleich breit und typisch nicht polarisiert, seltener an beiden Enden verjüngt, manchmal auch in haarartig verlängerte Zellen ausgehend (*Aphanizomenon*, *Raphidiopsis*), mit interkalarem Wachstum. Scheiden gallertig, dick, manchmal verquellend und dann kaum nachweisbar, ein einziges Trichom enthaltend. Häufig auffallende Gallertlager. Heterocysten interkalar oder auch terminal, bei *Raphidiopsis* und *Isocystis* fehlend. Dauerzellen einzeln oder in Reihen, von unbestimmter Lage oder regelmäßig neben oder regelmäßig entfernt von den Heterocysten. Hormogonien durch Umbildung des gesamten Trichoms.

**Wichtigste Literatur:** E. Bornet et G. Thuret, Notes algologiques II. Paris (1880). — E. Bornet et Ch. Flahault, Rev. Nost. Hét. IV, in Ann. Sci. Nat. 7. Sér., Bot. VII (1888) 177. — L. Geitler in Linsbauer, Handb. Pflanzenanatomie VI. 1 B (1936).

**Vegetationsorgane und Fortpflanzung.** Die Trichome sind im Vergleich zu den vorhergehenden Familien einfacher gebaut, d. h. bestehen im wesentlichen aus gleichartigen vegetativen Zellen; dementsprechend erfolgt auch das Wachstum interkalar, die ganzen Trichome bzw. ihre Zerfallsstücke können zu Hormogonien werden und alle Zellen können sich in Dauerzellen umbilden. Letzteres gilt vor allem für *Nostoc* und *Nodularia*. Bei *Anabaena* und *Cylindrospermum* bilden sich die Dauerzellen dagegen oft nur aus einzelnen oder wenigen Zellen und zwar aus den Nachbarzellen der Heterocysten; in diesem Fall sind die Dauerzellen vielfach bedeutend größer als die vegetativen Zellen und unterscheiden sich von ihnen auch meist durch besondere Skulpturen der Wand, während sie sonst nur wenig von den vegetativen Zellen verschieden sind. In dieser Hinsicht zeigen sich also doch gewisse Unterschiede zwischen den Trichomzellen, d. h. nur bestimmte sind zur Dauerzellbildung fähig. Welche physiologischen Bedingungen hier mitspielen, bleibt noch zu untersuchen. (Vgl. die ausführlichere Erörterung über die Beziehung von Heterocysten und Dauerzellen bei Geitler in Rabh. Krypt.-Fl., Allg. Teil.)

Durch die der ganzen Länge nach einheitlich gebauten Trichome, die keine lokalisierten Meristeme besitzen, unterscheiden sich die Nostocaceen von den vorhergehenden Familien, gleichen darin aber den Oscillatoriaceen. Gegenüber diesen besteht ein habituellem Unterschied oft darin, daß die Zellen tonnenförmig sind, d. h. an ihren freien Seiten dem Bestreben, Kugelform anzunehmen, nachgeben. Ausnahmen kommen allerdings vor, wie auch bei Oscillatoriaceen nicht immer starr zylindrische Zellformen verwirklicht sind.

Die Scheiden sind niemals fest, sondern gallertig oder weichschleimig. Sie fließen oft zusammen und werden, besonders bei *Nostoc*, sehr mächtig.

**Systematik und Verwandtschaft.** Die typischen Gattungen der Familie sind *Nostoc*, *Anabaena*, *Cylindrospermum* und ähnliche. *Richelia* und *Raphidiopsis* weichen durch das Fehlen von Scheiden ab. *Isocystis* wird vielfach als Oscillatoriacee betrachtet, da sie keine Heterocysten besitzt; sie bildet aber Dauerzellen, was bei Oscillatoriaceen niemals vorkommt, so daß die Einreihung unter die Nostocaceen natürlicher erscheint<sup>1)</sup>. *Raphidiopsis*, die ursprünglich als Rivulariacee betrachtet wurde, hat keine echten Haare, kann also daher nur als Oscillatoriacee (wie Frémy will) oder als Nostocacee angesehen werden; letzteres scheint natürlicher, da Dauerzellen vorhanden sind und Drouet möglicherweise Heterocysten beobachtet hat. Im übrigen sind die Beziehungen zu den Oscillatoriaceen ganz allgemein so eng, daß die Abgrenzung mehr oder weniger willkürlich ausfallen muß.

**Vorkommen.** Nostocaceen kommen an den verschiedensten Biotopen vor. Besonders zu erwähnen ist die intrazelluläre Lebensweise von *Richelia* und das Auftreten von *Nostoc*-

<sup>1)</sup> In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß bei anderen Nostocaceen gelegentlich die Heterocysten nicht ausgebildet werden (vgl. *Aphanizomenon*).



und *Anabaena*-Arten in den Atemhöhlungen von Lebermoosen, den Höhlungen der Blätter von *Azolla*, in den Schleimgängen von *Gunnera*-Arten, in den Wurzelknöllchen von *Cycas* und im Plasma des Phycomyceten *Geosiphon*.

*Nostoc*-Arten bilden die Gonidien zahlreicher Flechten, so der Collemaceen, von *Peltigera*, *Pannaria* u. a.

Die häufige Massenentwicklung der Gallertlager einiger *Nostoc*-Arten, vor allem von *Nostoc commune*, führt zusammen mit der verbreiteten Vorliebe für Gallertspeisen dazu, daß diese Arten in Ecuador, Bolivien, Java und China von Eingeborenen gegessen werden.

### Einteilung der Familie

#### A. Keine Heterocysten.

- a) Trichome gegen die Enden zu mäßig verjüngt (S. 178) . . . . . 1. **Isocystis**
- b) Trichome mit stark zugespitzter Endzelle (S. 179) . . . . . 2. **Raphidiopsis**

#### B. Heterocysten vorhanden.

- a) In und an marinen planktonischen Diatomeen (S. 180) . . . . . 3. **Richelia**
- b) Freilebend (einzelne *Nostoc*- und *Anabaena*-Arten in den Atemhöhlen von Lebermoosen, den Blatthöhlungen von *Azolla* oder in Geweben von Blütenpflanzen).

##### a) Heterocysten in den ausgewachsenen Trichomen terminal<sup>1)</sup>.

- I. Dauerzellen von den Heterocysten entlernt (S. 181) . . . . . 4. **Anabaenopsis**

- II. Dauerzellen neben den Heterocysten (S. 182) . . . . . 5. **Cylindrospermum**

##### β) Heterocysten vorwiegend interkalar.

- I. Enden der Trichome in verlängerte farblose Zellen ausgehend (S. 183) . . . . . 6. **Aphanizomenon**

#### II. Alle Zellen gleich gestaltet.

- 1. Trichome einzeln oder zu formlosen weichen Flocken oder Überzügen vereinigt.

- \* Zellen nicht sehr kurz scheibenförmig (S. 184) . . . . . 7. **Anabaena**

- \*\* Zellen sehr kurz scheibenförmig (S. 187) . . . . . 8. **Nodularia**

- 2. Trichome zu bestimmt gestalteten, mehr oder weniger festen Gallertlagern vereinigt.

- \* Trichome regellos gewunden (manchmal radial angeordnet); Thallus nicht hohlzylindrisch (S. 188) . . . . . 9. **Nostoc**

- \*\* Trichome fast parallel; Thallus hohlzylindrisch (S. 193) 10. **Wolleea**

1. **Isocystis** Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 10 (1878) 278, Taf. 9, und in Flora 61 (1878) 468 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 261. — Trichome einzeln oder in Bündeln, zu formlosen, festsitzenden oder freischwimmenden Lagern vereinigt, an den Enden leicht verjüngt, mit mehr oder weniger zerfließenden, schleimigen Scheiden. Zellen ellipsoidisch oder tonnenförmig. Dauerzellen in Reihen. Während der Hormogonienbildung werden die Trichome zickzackförmig und zerfallen an den Knickungsstellen.

Ableitung des Namens von *isoos* (gleich) und *κυστις* (Blase).

Leitart: *I. messanensis* Borzi l. c. ex Bornet et Flahault l. c. 262 mit 4–5  $\mu$  breiten Trichomen, die zu Bündeln vereinigt sind, mit kugeligen Dauerzellen, an feuchten Mauern bei Messina. Fig. 123 A. — *I. infusionum* (Kützing) Borzi mit 1–1,5  $\mu$  breiten Trichomen, die einzeln oder zu wenigen beisammen leben, in stehenden, manchmal verschmutzten Gewässern in Europa, mehrfach beobachtet. — Drei weitere schlecht bekannte Arten.

Die Aufrechterhaltung der Gattung geschieht hier aus traditionellen Gründen. Es ist fraglich, ob es sich nicht um heterocystenlose, zur Ruhe gekommene und in Dauerzellbildung übergegangene Hormogonien von *Nostoc*-Arten handelt. Dafür spricht die Angabe Borzis (in Flora 61, 1878, 467), daß bei *I. infusionum* „Längsteilungen“ vorkommen, was offenbar dem gleichen Vorgang entspricht, der zu den scheinbaren Längsteilungen der Hormogonien mancher *Nostoc*-Arten führt (s. daselbst). Jedenfalls können freie *Nostoc*-Hormogonien leicht für *I.* gehalten werden.

<sup>1)</sup> Bei *Anabaenopsis* aber interkalar entstehend.



2. **Raphidiopsis** F. E. Fritsch et F. Rich in Trans. Roy. Soc. South Africa 18 (1929) 91 und 93, Fig. 32. — Trichome kurz, scheidenlos, an beiden Enden oder (sekundär durch Zerbrechen) an einem Ende stark verjüngt zugespitzt, ohne Heterocysten. Dauerzellen. Dauerzellen.

Benennung nach der äußerlichen Ähnlichkeit mit der einzelligen Grünalge *Raphidium*; ῥαψίς (Aussehen). Noch größer ist die Ähnlichkeit mit der mehrzelligen Grünalge *Raphidonema*.

Leitart: *R. curvata* F. E. Fritsch et F. Rich l. c. hat freischwimmende, S- oder kreisförmig gebogene,  $4,5 \mu$  breite Trichome, wurde bisher in stehendem Wasser in Südafrika und Brasilien beobachtet. Fig. 124.

Fritsch und Rich meinten, daß die zugespitzten Enden aus Gallerte bestehen (eine morphologische Unmöglichkeit!). Demgegenüber zeigen Text und Bilder F. Drouets (in Amer. Journ. Bot. 25, 1938, 660) und die Verhältnisse der zweiten bekannten Art *R. mediterranea* Skuja (in Hedwigia 77, 1937, 23), daß es sich um zugespitzte, lange Endzellen handelt. *R. mediterranea* unterscheidet sich von der Leitart durch die geraden und schmäleren Trichome und das Fehlen von Gasvakuolen; sie wurde außer von Skuja in einem See in Mazedonien von Frémy in Westeuropa gefunden.

Die Bezeichnung „Haare“ für die zugespitzten Endzellen ist bei beiden Arten irreführend. Frémy stellt auch die Gattung nicht zu den Rivulariaceen, sondern — unter Betonung der fehlenden Heterocysten — zu den Oscillatoriaceen. Wie in anderen Familien scheint es aber unnatürlich, diesem Merkmal eine größere Bedeutung zuzumessen. Tatsächlich dürfte mit *R.* am nächsten verwandt *Anabaenopsis* sein. Denn die „haar-

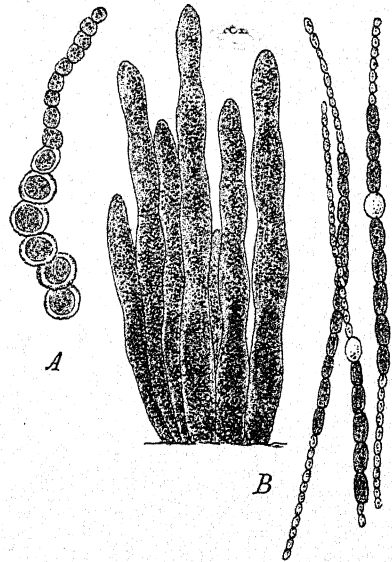


Fig. 123. A *Isocystis messanensis* Borzi ( $350/1$ ); B *Wollea saccata* Born. et Flah., Lager in nat. Gr. und einzelne Trichome ( $250/1$ ). — A nach Borzi, B nach Wolle.

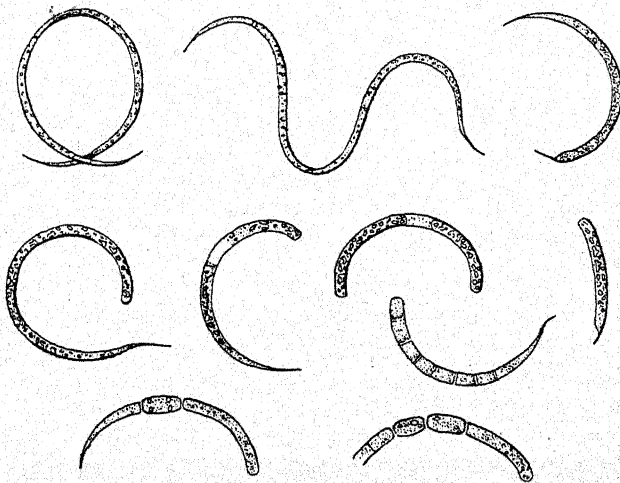


Fig. 124. *Raphidiopsis curvata* F. E. Fritsch et Rich, vegetative Fäden und (unten) zwei Fäden mit Dauerzellen ( $450/1$ ). — Nach F. E. Fritsch und Rich.

förmigen“ Enden, die offenbar aus zugrunde gehenden Zellen bestehen, können bei *R. mediterranea* manchmal abgeworfen werden. Solche Trichome sehen dann heterocystenlosen Trichomen von *Anabaenopsis Raciborskii*, die Skuja im gleichen Material fand, so ähnlich, daß sogar die Annahme eines entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhanges naheliegt. Allerdings beobachtete Skuja Dauerzellen nur in Trichomen mit normalen Enden; die *Anabaenopsis*-Trichome waren immer steril. Jedenfalls ergeben sich aus diesen Beobachtungen die engen Beziehungen, die zwischen den beiden Gattungen bestehen. Dazu kommt, daß Drouet (l. c.) bei *R. curvata* an manchen Trichomen Körper beobachtete, die wie terminale Heterocysten aussahen. Möglicherweise ist also der Entwicklungsgang bei beiden Arten erst unvollständig bekannt<sup>1)</sup>.

3. **Richelia** Johs. Schmidt in Vidensk. Meddel. Nat. Foren. Kjöbenh. (1901) 146 und in Hedwigia 40 (1901) (112). — Trichome wenigzellig, gerade oder leicht gebogen, überall gleich breit, an einem Ende oder seltener an beiden Enden mit einer Heterocyste. Dauerzellen und Hormogonien unbekannt. Intrazellulär in oder seltener epiphytisch auf marinen Planktondiatomeen.

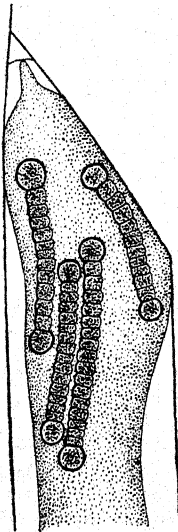


Fig. 125. *Richelia intracellularis* Schmidt im Ende einer *Rhizosolenia*-Zelle (deren Protoplast leicht geschrumpft). — Nach Schmidt.

Benannt nach dem Chef der siamesischen Flotte A. de Richelieu.

Einzige Art: *R. intracellularis* J. Schmidt mit drei- bis zwanzigzelligen, 5,6–9,8  $\mu$  breiten Trichomen, in den lebenden Zellen von *Rhizosolenia*-Arten und *Hemiaulus delicatulus*, manchmal auch epiphytisch auf *Chaetoceras*-Arten im Plankton warmer Meere (Golf von Siam, Indischer Ozean, Pazifik bei Hawaii); Fig. 125.

Die durch ihr Vorkommen im Plasma anderer Algen besonders bemerkenswerte Alge wurde von Karsten (Ind. Phytoplankton in Wiss. Ergebn. deutsch. Tiefsee-Exp. II, 1907, 536) untersucht. Die Wirtszellen werden von *R.* offenbar nicht geschädigt, die Verbindung von „Parasit“ und Wirt ist sehr lose, da sowohl *R.* freilebend vorkommt wie auch Diatomeenzellen ohne *R.* angetroffen werden. Andererseits ist bei intrazellulärer Lebensweise die Vermehrung von *R.* und Wirt wie auch in anderen Fällen aufeinander abgestimmt: vor der Teilung der *Rhizosolenia*-Zelle wandern die *R.*-Fäden in den Äquator und zerfallen quer in zwei Teile; bei der Teilung werden dann die halben Fäden ziemlich regelmäßig verteilt, wodurch die Tochterzellen wieder die — annähernd — gleiche Zahl von Fäden erhalten. Die „Wanderung“ in den Äquator hängt damit zusammen, daß vor der Teilung der *Rhizosolenia*-Zelle eine Strömung des Plasmas dahin stattfindet; die Teilungsabläufe selbst wirken als Reiz auf die Vermehrung der *R.*-Fäden.

Über das Zustandekommen dieser Symbiose — im weitesten Sinne — bildet sich Karsten folgende Vorstellungen: „Die langen *Rhizosolenia*-Zellen zerbrechen sehr leicht, ohne daß damit jedesmal der Tod der Zelle besiegelt wäre. Vielmehr schließt sich die

Wunde oft zunächst durch eine Plasmahaut, die später durch eine neue Schale ersetzt wird. In der Zwischenzeit können aber Schlupfwinkel aufsuchende Richelien leicht in die Zelle eindringen und sich darin häuslich einrichten. Bei dem Bestreben, immer tiefer in die Höhlung hineinzugelangen, werden sie in den inzwischen wieder ergänzten und geschlossenen Zellen von der Außenwelt abgeschnitten.“ Das Wesentliche ist dabei, daß die *R.*-Fäden im Plasma der Diatomeenzelle ein geeignetes Milieu für die weitere Entwicklung vorfinden. In diesem Sinne ist *R.* als sehr primitive Cyanelle aufzufassen (vgl. den allg. Teil). Es ist bemerkenswert, daß die Fäden nicht willkürlich in der Diatomeenzelle liegen, sondern so ausgerichtet sind, daß die endständige Heterocyste immer dem Zellende zugekehrt ist, dem der Faden genähert ist.

<sup>1)</sup> *Anabaenopsis Raciborskii* ist allerdings vielleicht kein typischer Vertreter dieser Gattung (vgl. das daselbst Gesagte); die Annahme, daß *R.* unter Umständen Heterocysten ausbilden kann, wird dadurch nicht berührt.

4. **Anabaenopsis** V. Miller in Arch. Soc. Russe Protist. 2 (1923) 125. — *Anabaena* sect. *Anabaenopsis* J. Woloszyńska in Bull. Acad. Cracovie Cl. math. nat. Sér. B (1912) 679<sup>1)</sup>. — Trichome kurz, kreisförmig bzw. flachschraubig eingerollt oder auch gerade, im ausgewachsenen Zustande an jedem Ende mit einer Heterocyste, freischwimmend; in der Jugend typischerweise mit einem Paar aus einer Mutterzelle entstehender interkalärer Heterocysten. Dauerzellen interkalär, soweit bekannt, von den Heterocysten entfernt.

Wichtigste spezielle Literatur. V. Miller in Arch. Soc. Russe Protist. 2 (1923) 116. — Elenkin in Not. Syst. Inst. Crypt. H. Bot. Petropol. 2 (1923) 73. — E. M. Aptekarj in Not. Syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Princ. USSR. 4 (1926) 41. — W. R. Taylor in Amer. Journ. Bot. 19 (1932) 454. — K. R. Ramanathan in Journ. Ind. Bot. Soc. 17 (1938) 325.

Benannt nach der Ähnlichkeit mit *Anabaena* (δῆμις Aussehen).

Leitart: *A. Elenkini* V. Miller mit kugeligen Heterocysten und an den Querwänden eingeschnürten, mit Gasvakuolen erfüllten Zellen, in einem schmutzigen Tümpel bei Iwanovo-Vosnessjensk in Mittelußland eine dunkelbraune Wasserblüte bildend. — *A. Arnoldii* Aptekarj var. *javanica* (Woloszyńska) Taylor (*Anabaena circularis* G. S. West

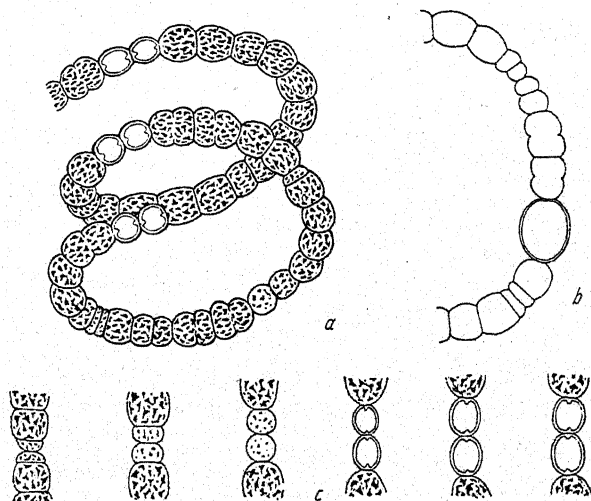


Fig. 126. *Anabaenopsis Arnoldii* Aptekarj; a, b Trichome (in a sind die Gasvakuolen zur Darstellung gebracht), c Entstehung der Heterocysten. — Nach Aptekarj.

var. *javanica* Woloszyńska) aus einem See in Java unterscheidet sich von *A. Arnoldii* Aptekarj, die in einem Seitenfluß des Dnjepr bei Jekaterinoslaw in Rußland gefunden wurde, nur unwesentlich (Fig. 126); in sehr ähnlichen „Formen“ oder Varietäten (vgl. Taylor l. c.) tritt sie im Plankton tropischer Seen in Afrika (u. a. auch im Tanganjika), auf Java und den Philippinen auf.

Im ganzen etwa 8 Arten, durchwegs im Süßwasser-Plankton, manchmal auch mit Gasvakuolen, größtenteils von tropischer Verbreitung, einige auch in Europa (z. B.

<sup>1)</sup> Woloszyńska begründete *Anabaena* sect. *Anabaenopsis* Woloszyńska auf *Anabaena circularis* G. S. West var. *javanica* Woloszyńska aus einem See in Java. In diese Sektion stellte sie ferner *Anabaena tanganyikae* G. S. West und *Anabaena Raciborskii* Woloszyńska. Diese Namen kombinierte sie in den Figurenunterschriften auch mit *Anabaenopsis*; aber diese Kombinationen haben als nomina provisoria keine Gültigkeit. — V. Miller begründete seine mit dieser Sektion identische neue Gattung *Anabaenopsis* V. Miller, der er, ohne die Arbeit von Woloszyńska zu kennen, zufällig denselben Namen gab, auf die neue Art *Anabaenopsis Elenkini* V. Miller und zog ebenfalls *Anabaena circularis* (G. S. West) G. S. West (*A. flos-aquae* (Lyngbye) Bréb. ex Born. et Flah. var. *circularis* G. S. West) als *Anabaenopsis circularis* (G. S. West) V. Miller und *Anabaena tanganyikae* G. S. West als *Anabaenopsis tanganyikae* (G. S. West) V. Miller, beide aus dem Tanganjika-See in Ostafrika, zu dieser Gattung. Daher ist *Anabaenopsis Elenkini* V. Miller die Leitart dieser Gattung. (J. Matfield.)

*A. hungarica* Halász in einem eutrophen See in Ungarn); da wahrscheinlich auch Fehlbestimmungen — Verwechslungen mit *Anabaena*- und *Cylindrospermum*-Arten — vorgekommen sind, läßt sich kein abschließendes Urteil fällen.

Wie die angeführte Literatur zeigt, ist die Abgrenzung der Gattung, im besonderen gegen *Anabaena*, noch nicht vollständig aufgeklärt. Tatsächlich besteht große Ähnlichkeit mit manchen planktonischen *Anabaena*-Arten. Als wichtiges Merkmal ist die paarweise Entstehung der Heterocysten als Schwesterzellen einer kleinen interkalaren Zelle zu betrachten (Fig. 126 c)<sup>1</sup>); zwischen den Heterocysten bricht das Trichom später auseinander, so daß je eine Heterocyste endständig wird; derartige kommt, zumindest nicht regelmäßig, bei *Anabaena* — und auch bei *Cylindrospermum* — nicht vor<sup>2</sup>). Allerdings ist diese bezeichnende Art der Heterocystenbildung noch nicht für alle Arten nachgewiesen. Im besonderen scheint sie bei *A. Raciborskii* Woloszyńska ex Elenkin nicht verwirklicht zu sein; die endständigen Heterocysten dürften hier immer primär terminal-eintüpfelig sein und sich aus der Endzelle entwickeln (vgl. auch H. Skuja in *Hedwigia* 77, 1937, 25, Taf. 1, Fig. 7); Ramanathan l. c. will die Art daher auch von *A.* ausschließen. Zu *A.* gehört vielleicht *Romeria* (Oscillatoriacee), deren Arten möglicherweise nur sterile, heterocysten- und dauerzellenlose *A.*-Fäden darstellen.

5. *Cylindrospermum* Kützing, Phyc. Gen. (1843) 211 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 249. — Lager gestaltlos, schleimig, festsitzend oder sekundär freischwimmend. Trichome überall gleich breit, manchmal mit zugespitzter Endzelle, ohne feste Scheiden, aber in gemeinsamer, meist sehr zarter und oft schwer nachweisbarer, sehr weicher Gallerte, meist kurz, oft mit Kriechbewegung (Hormogonien). Zellen meist zylindrisch mit abgerundeten Enden (= an den Querwänden eingeschnürt). Heterocysten meist einzeln, in der Regel terminal an beiden Enden des Trichoms oder nach Fragmentation des Trichoms an einem Ende. Dauerzellen einzeln oder zu zweien oder mehreren einseitig neben den Heterocysten, meist viel größer als die vegetativen Zellen.

Ableitung des Namens von *κλινδρος* (Walze) und *σπερμα* (Same).

Wichtigste spezielle Literatur. G. Thuret in Mém. Soc. Sci. Cherbourg (1857). — A. Borzi in N. Giorn. Bot. Ital. 10 (1878) 272. — K. Glade in Cohns Beitr. Biol. Pflanz. 12 (1914) 295.

Die *C.*-Arten sind bei typischer Ausbildung verhältnismäßig leicht von ähnlichen Nostocaceen, vor allem von *Anabaena*, zu unterscheiden. Sterile Formen lassen sich naturgemäß nicht bestimmen, da das wesentliche Merkmal, die subterminal neben den terminalen Heterocysten entstehenden Dauerzellen, nicht erkennbar ist. Der normale Entwicklungsgang besteht darin, daß sich die Endzelle zu einer Heterocyste, die darunter liegende Zelle — oder auch die folgenden Zellen — zu einer bzw. zu mehreren Dauerzellen entwickeln. Doch kann sich auch gelegentlich die subterminale Zelle statt zu einer Dauerzelle zu einer zweiten Heterocyste entwickeln, oder statt der terminalen Heterocyste entsteht sofort eine Dauerzelle. Ein habituelles Merkmal besteht darin, daß die Dauerzellen auffallend groß sind und zwar um so größer werden, je kleiner ihre Anzahl je Trichom ist. Die gleiche Beziehung besteht übrigens auch bei *Anabaena*; bei *Nostoc*, wo sich ganze Trichomstücke in Dauerzellen umwandeln können, sind die Dauerzellen verhältnismäßig klein.

Die Dauerzellen sind, wie auch bei *Anabaena* oder *Gloeotrichia*, oft durch die sehr dicke, auf der Oberfläche warzig oder höckerig gestaltete und oft intensiv, meist braun gefärbte Wand auffallend<sup>3</sup>). Die Wand ist meist deutlich zweischichtig. Bei *C. alatosporum* ist die Außenschichte aus radiären, aneinander gepreßten Gallertsäulchen aufgebaut (Fig. 21 b, c). Die Dauerzellen sind gegen Hitze, Austrocknung usw. sehr widerstandsfähig (vgl. Glade l. c.; daselbst auch Angaben über die Keimung).

Die Arten leben in stehenden Gewässern und auf feuchter Erde u. dgl., sind anfänglich festgewachsen, können aber sekundär auch frei schwimmen und bilden dann manchmal an der Wasseroberfläche dünne Häute. Viele Arten sind im vegetativen Zustand oder

<sup>1</sup>) Damit ist meine frühere Auffassung (in Rabenhorsts Krypt.-Fl. 1930—1932) zum Teil überholt.

<sup>2</sup>) Ausnahmen bei Bharadwaja in Ann. of Bot. 47 (1933) 117 und Geitler in Linsbauer, Handb. Pflanzenanatomie VI. 1 B (1935) Abb. 57.

<sup>3</sup>) *C. muscicola* var. *violaceum* Geitl. hat Dauerzellen mit violettbrauner Außenschicht.

im Dauerzellstadium in Böden verbreitet. Ausnahmsweise kommen einzelne Arten auch in Brackwasser vor.

Leitart: *C. stagnale* (Kützing) Bornet et Flahault l. c. 250 (*Anabaena stagnalis* Kützing, *Cylindrospermum conglobatum*, *C. riparium*, *C. limicola* Kützing), mit zylindrischen, 10–16  $\mu$  breiten und 32–40  $\mu$  langen, außen glatten Dauerzellen, in Sümpfen und auf feuchter Erde, über Moosen u. dgl., in Europa, Nord- und Südamerika und Afrika, wahrscheinlich kosmopolitisch (Fig. 127c).

Außerdem gegen 20 Arten in allen Erdteilen, mehrere kosmopolitisch.

**A. Dauerzellen mit skulpturierter Außenschicht.** — **Aa.** Außenschicht der Dauerzellen deutlich papillös: *C. maius* Kützing ex Bornet et Flahault mit 10–15  $\times$  20–30 (–40)  $\mu$  großen Dauerzellen, in stehendem Wasser und auf feuchter Erde in Europa, Nord- und Südamerika, Afrika, Java, wahrscheinlich kosmopolitisch (Fig. 127b). Hierzu wohl *C. tropicum* W. et G. S. West mit 19  $\times$  42–43  $\mu$  großen Dauerzellen in stehendem Wasser auf Ceylon. — **Ab.** Außenschicht nicht deutlich papillös. — **Ab $\alpha$ .** Außenschicht durchsichtig, im optischen Schnitt radial gestreift erscheinend: *C. alatosporum* F. E. Fritsch in stehendem Wasser in Südafrika und Sumatra; Fig. 21 b, c. Nach Fritsch wird die Außenhülle im Alter aufgelöst, wonach sich die Dauerzellen nicht mehr wesentlich von denen von *C. maius* unterscheiden. — **Ab $\beta$ .** Außenschicht fein gepunktet: *C. Goetzei* Schmidle in stehendem Wasser in Afrika.

**B. Dauerzellen mit glatter Außenschicht.** — **Ba.** Dauerzellen zylindrisch: *C. stagnale* (s. oben). — *C. minimum* G. S. West mit nur 2–2,2  $\mu$  breiten Zellen und 3,3–3,7  $\times$  7,5 bis 10  $\mu$  großen Dauerzellen, in stehendem Wasser in den Zentralanden in 2300 m Höhe.

— **Bb.** Dauerzellen mehr oder weniger ellipsoidisch. — **Bb $\alpha$ .** Dauerzellen typischerweise einzeln. — **Bb $\alpha$ l.** Dauerzellen länglich mit abgestutzten Polen: *C. licheniforme* (Bory) Kützing ex Born. et Flah. auf feuchter Erde und in Sümpfen, kosmopolitisch (Fig. 127e). — **Bb $\alpha$ II.** Dauerzellen gedrungen, mit abgerundeten Polen: *C. muscicola* Kützing ex Born. et Flah. auf feuchter Erde und in stehenden Gewässern, wahrscheinlich kosmopolitisch (Fig. 127d). Glade l. c. konnte in Kultur zwei Formen isolieren, die sich durch geringfügige, aber konstante Merkmale unterschieden. — **Bb $\beta$ .** Dauerzellen in Reihen, mit glatter Außenschicht. — **Bb $\beta$ l.** Zellen 2,7  $\mu$  breit. Dauerzellen mit farbloser Wand: *C. marchicum* Lemmermann auf feuchter Erde in Europa. — **Bb $\beta$ II.** Zellen 4  $\mu$  breit, Dauerzellen mit goldbrauner Außenschicht: *C. catenatum* Ralfs ex Born. et Flah. auf Erde und Schlamm in stehenden oder fließenden Gewässern in Europa und Nordamerika (Fig. 127a).

**6. Aphanizomenon** Morren in Bull. Acad. Belg. III (1836) 430; in Mém. Ac. Roy. Belg. XI (1838) 11 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 241. — *Limnanthe*

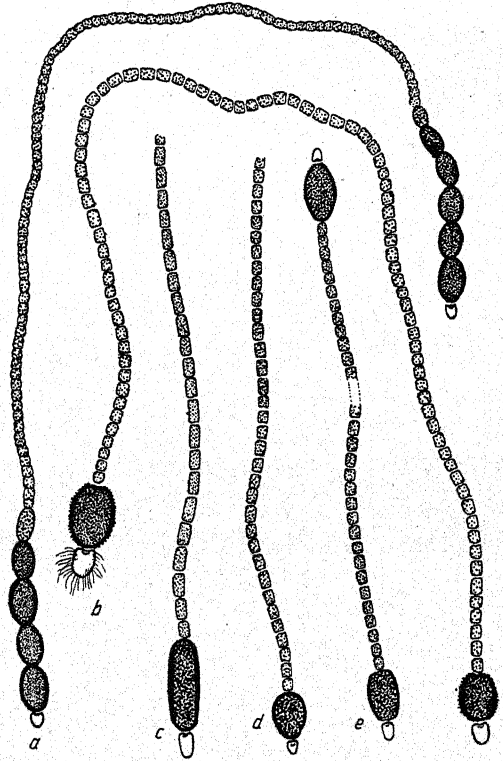


Fig. 127. *Cylindrospermum*-Arten, Trichome mit Dauerzellen. a *C. catenatum* Ralfs, b *C. maius* Kütz. (auf der Heterocyste Bakterienbewuchs), c *C. stagnale* Born. et Flah., d *C. muscicola* Kütz., e *C. licheniforme* (Bory) Kütz. (etwa  $\frac{340}{1}$ ). — Nach Frémy.

Kützing in Linnaea XVII (1843) 86 nomen. — *Limnochlide* Kützing, Phyc. gen. (1843) 203. — Trichome meist mehr oder weniger gerade, zu freischwimmenden Bündeln vereinigt; Trichomenden von verlängerten Zellen gebildet, die Endzellen verjüngt. Scheiden zerfließend, meist kaum nachweisbar. Heterocysten interkalar. Dauerzellen einzeln, von den Heterocysten entfernt.

Ableitung des Namens von ἀφανίζω (unsichtbar machen).

Als Leitart ist *A. flos-aquae* (L.) Ralfs in Ann. Mag. Nat. Hist. V (1850) 340 ex Bornet et Flahault l. c. 241 (*Byssus flos-aquae* L., *Limnochlide flos-aquae* Kützing) zu betrachten; die zuerst beschriebene Art, *A. incurvum* Morren l. c. ex Bornet et Flahault l. c. 242, läßt sich nicht identifizieren. *A. flos-aquae* besitzt lang zylindrische Dauerzellen mit glatter Wand und lebt planktonisch, oft auffallende Wasserblüten bildend, in stehenden, auch salzigen Gewässern in Europa, Nordasien, Japan und Nordamerika. Fig. 128. Die Zellen enthalten Gasvakuolen.

Die Alge war bereits Linné bekannt, der sie als *Byssus flos-aquae* beschrieb (Spec. plant. 1753, 1168). Sie ist unter anderem dadurch bemerkenswert, daß die Trichome während der jahreszeitlichen Entwicklung starke Veränderungen erfahren. Nach E. Lemmermann in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 18, 1900, 141, kommen vier Ausbildungsweisen vor: 1. Trichome ohne Heterocysten und Dauerzellen, — in diesem Zustand können Verwechslungen mit planktonischen Oscillatorien unterlaufen; 2. Trichome mit Heterocysten;

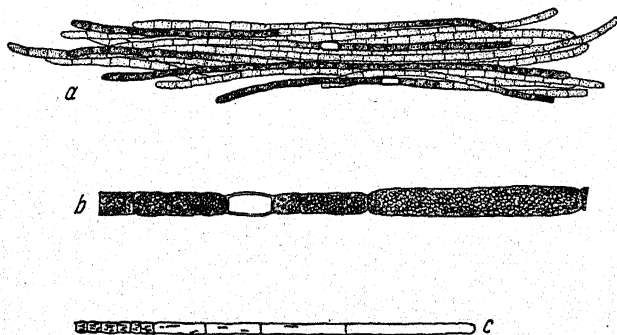


Fig. 128. *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs; a Trichombündel ( $^{300}_{/1}$ ), b Teil eines Trichoms mit Dauerzelle ( $^{450}_{/1}$ ), c haarartiges Trichomende ( $^{450}_{/1}$ ). — a, b nach G. M. Smith, c nach Lemmermann.

3. Trichome ohne Heterocysten, aber mit Dauerzellen; 4. Trichome mit Heterocysten und Dauerzellen. Die Trichome ohne Heterocysten und Dauerzellen treten oft auch einzeln (nicht in Bündeln) auf. Die Dauerzellbildung fand Lemmermann im Zwischenahner Meer auf die Monate September bis Jänner beschränkt, und ebenso werden Dauerzellen in Nordamerika nach G. M. Smith nur in den kälteren Monaten gebildet.

Außerdem drei wenig bekannte Arten: *A. gracile* Lemmermann mit schmälere Trichomen (als die typische Art, in Süß- und Salzwasser in Norddeutschland und in Ungarn (Natronsee bei Szeged); *A. ovalisporum* Forti mit breit ellipsoidischen Dauerzellen, in einem See bei Istanbul; *A. holsaticum* P. Richter aus einem Teich in Norddeutschland ist ungenügend bekannt.

7. *Anabaena* Bory in Dict. class. hist. nat. I (1822) 307 (*Anabaina*) ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 224. — *Sphaerozyga* Agardh in Flora X. 2 (1827) 634. — *Belonia* Carmichael apud Harvey in Hookers Brit. Fl. II (1833) 379; Harvey, Man. Brit. Alg. (1841) 167. — *Trichormus* Allman in Ann. Nat. Hist. XI (1843) 161. — *Dolichospermum* Thwaites apud Ralfs in Ann. Nat. Hist. 2. ser. V (1850) 331; in Transact. Bot. Soc. Edinburgh IV (1853) 15. — Inkl. *Anabaenothrix* Randhawa in Proc. Ind. Ac. Sci. 3 (B), (1936) 407<sup>1)</sup>. — Trichome überall gleich breit, mit zarten, mehr oder weniger zerfließenden Scheiden. Fäden einzeln oder zu formlosen, schleimigen Flöckchen oder zu

<sup>1)</sup> Vgl. Rao in Proc. Ind. Ac. Sci. (B) 5 (1937) 101 ff.

weichen, hautartigen Lagern vereinigt. Heterocysten interkalar. Dauerzellen einzeln oder meist in Reihen, entweder neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt oder von unbestimmter Lage.

Ableitung des Namens von *ἀναβαίνειν* (sich erheben, emporwachsen).

*Anabaena* A. Juss. De Euph. gen. tent. (1824) 46 Taf. 15 ist *Plukenetia* L. Sekt. 6. *Anabaena* (A. Juss.) Muell.-Arg. = *Anabaenella* Pax et K. Hoffm. (*Euphorbiac.*). — Wegen *Anabaena* Juss. ersetzte Ralfs in Ann. Nat. Hist. 2. ser. V (1850) 331 und in Transact. Bot. Soc. Edinburgh IV (1853) 7 *Anabaena* Bory durch *Trichormus* Allman. — *Anabaena* Bory hat aber die Priorität. — (Mattfeld).

Die Gattung ist sehr artenreich, ohne daß sich zur Zeit genauer sagen läßt, wieweit die aufgestellten Arten Daseinsberechtigung besitzen. Von den mehr als 100 Arten sind wohl nur etwa 50 als einigermaßen gesichert anzusehen. Die oft verwendeten Merkmale der Lage der Dauerzellen und ihrer Ausgestaltung haben nur einen sehr beschränkten Wert; dies zeigten vor allem die experimentellen Untersuchungen von L. Canabaeus (in Pflanzenforsch. Heft 13, 1929; vgl. auch L. Geitler in Rabenh. Krypt.-Fl. XIV, 1932, 868ff.). Deshalb empfiehlt sich auch nicht die Einteilung der Gattung in die drei Sektionen *Trichormus*, *Dolichospermum* und *Sphaerozyga* (Bornet und Flahault l. c.), die auf derartige Merkmale begründet sind. Bevor eine monographische Bearbeitung der Gattung unternommen wird, bleibt die Artensystematik provisorisch.

*A. constricta* (Szafer) Geitl. [= *Pseudanabaena constricta* (Szafer) Lauterborn] ist dadurch bemerkenswert, daß sie nur sehr selten und nur ausnahmsweise Heterocysten ausbildet<sup>1)</sup>.

Die Arten sind größtenteils typische Planktonten, bilden auch oft Wasserblüten, viele besitzen Gasvakuolen und gehören zu den häufigsten Blaualgen überhaupt; marine Formen sind selten. Einige Arten leben auf feuchter Erde u. dgl. Bemerkenswert ist das regelmäßige Vorkommen von *A. Azollae* Strasb. in den Blatthöhlungen von *Azolla caroliniana*; es handelt sich anscheinend um einen harmlosen Raumparasitismus, nicht aber um eine ausgesprochene mutualistische Symbiose. Jedenfalls läßt sich die Alge außerhalb der „Wirts“-pflanze kultivieren; die gelegentlich vorgebrachte Behauptung, daß sie Luftstickstoff assimilieren kann, scheint unbewiesen<sup>2)</sup>.

Die Trichome sind manchmal als Hormogonien ausgebildet. Die Bewegung erfolgt im Unterschied zu den meisten Oscillatorien ohne Rotation um die Längsachse. Bei einer Form von *A. variabilis* (*A. „steloides“* Canabaeus l. c.) kriechen die Trichome bei Kultur auf fester Unterlage über diese empor und bilden unter reichlicher Schleimbildung aufrechte Säulchen.

Leitart: *A. oscillarioides* Bory l. c. 308 ex Bornet et Flahault l. c. 233 mit 4–6  $\mu$  breiten Trichomen und abgerundet-zyllindrischen, glattwandigen Dauerzellen zu 1–3 an den Seiten der Heterocysten, auf Wasserpflanzen u. dgl. in stehenden Gewässern, auch in salzigem Wasser und in Thermen, kosmopolitisch; sehr polymorph, in verschiedenen Varietäten und Formen ausgebildet.

Von den zahlreichen Arten können hier nur einige angeführt werden. Abgesehen von einzelnen auffallenden Arten gehört die Bestimmung von *A.*-Arten beim jetzigen Stand der Kenntnisse zu den schwierigsten und undankbarsten Aufgaben!

**A.** Dauerzellen kugelig oder ellipsoidisch. — **Aa.** Trichome nicht schraubig gedreht. — **Aaa.** Endzelle kegelig, Dauerzellen von den Heterocysten entfernt: *A. variabilis* Kütz. ex Born. et Flah. em. Geitl. (incl. *A. hallensis* (Jancz.) Born. et Flah.) auf feuchter Erde, in stehendem, auch salzigem Wasser, festsitzend oder freischwimmend, kosmopolitisch. — **Aaß.** Endzelle abgerundet, Dauerzellen neben den Heterocysten: *A. sphaerica* Born. et Flah. in stehenden Gewässern (Europa, Afrika, Antillen, Nordamerika, Java, Kaiser-Wilhelms-Land). — **Ab.** Trichome schraubig gedreht, einzeln freischwimmend, Dauerzellen von unbestimmter Lage: *A. spiroides* Klebahn, planktonisch in stehenden Gewässern in Europa, Afrika, Indien, Nordamerika (Fig. 129g); spiroide Formen können auch bei anderen Arten auftreten!

<sup>1)</sup> Vgl. auch H. F. Buell in Bull. Torrey Bot. Cl. 65 (1938) 393.

<sup>2)</sup> Die in den Wurzelknöllchen von Cycadeen lebende Nostocacee, die bisher meist als *Anabaena Cycadearum* Reinke ex Forti bezeichnet wurde, ist nach G. Winter in Beitr. Biol. Pfl. 23, 1935, 295 identisch mit *Nostoc punctiforme* (Kützinger) Hariot.



**B.** Reife Dauerzellen zylindrisch. — **Ba.** Dauerzellen typischerweise neben den Heterocysten. — **Ba $\alpha$ l.** Trichome bis 6  $\mu$  breit. — **Ba $\alpha$ l.** Endzelle abgerundet: *A. oscillarioides* (s. oben). — **Ba $\alpha$ II.** Endzelle kegelig; Dauerzellen 7–12  $\times$  18–24  $\mu$  groß: *A. torulosa* Lagerheim ex Bornet et Flahault in stehendem, auch salzigem Wasser, kosmopolitisch. — **Ba $\beta$ .** Trichome breiter. — **Ba $\beta$ l.** Wand der Dauerzellen glatt: *A. lapponica* Borge mit 7,5–9  $\mu$  breiten Trichomen, in stehendem Wasser in Schweden und Lettland (angeblich auch in Spanien), Fig. 129 b. — **Ba $\beta$ II.** Wand der Dauerzellen grobstachelig: *A. echino-*

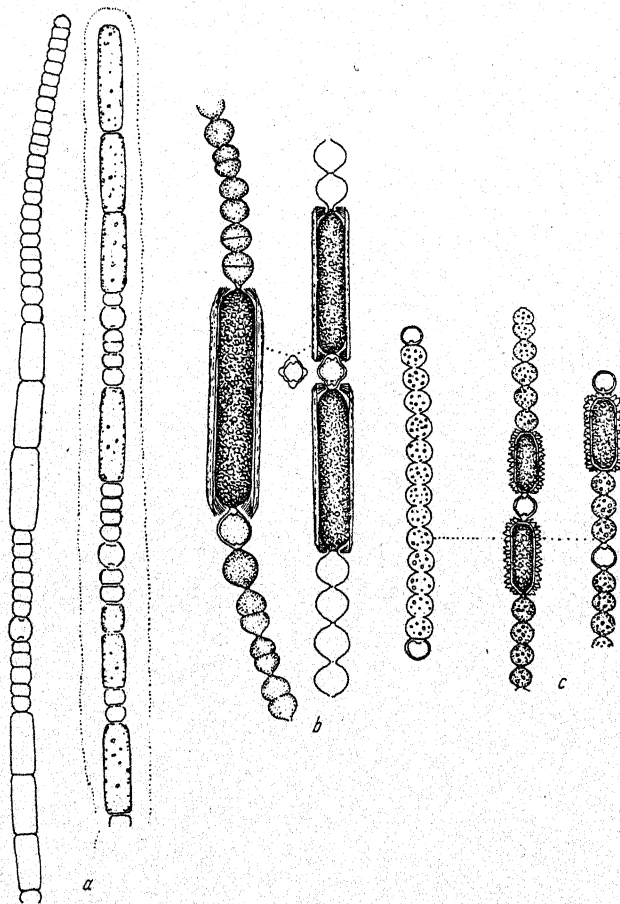


Fig. 129 a–c. *Anabaena*-Arten. a steriles und fertiles Trichom von *A. inaequalis* (Kütz.) Born. et Flah., b fertile Trichome von *A. lapponica* Borge, c steriles Trichom und zwei fertile Trichome von *A. echinospora* Skuja; verschiedene Vergrößerungen! — a nach Bornet und Frémy; b, c nach Skuja.

*spora* Skuja mit (6–) 8–11  $\mu$  breiten Trichomen, in stehendem Wasser in Lettland und auf der Halbinsel Kola; Fig. 129 c. — **Bb.** Dauerzellen von unbestimmter Lage, meist von den Heterocysten entfernt. — **Bb $\alpha$ .** Trichome mehr oder weniger deutlich kreisförmig eingerollt: *A. flos-aquae* Brébisson ex Born. et Flah., planktonisch in stehenden Gewässern, kosmopolitisch, sehr häufig wasserblütenbildend (Fig. 129 d, e); Kolkwitz zählte einmal 20000 Fäden in 1 cm; die Art ist polymorph, es wurden mehrere Varietäten aufgestellt. — **Bb $\beta$ .** Trichome gerade oder unregelmäßig gebogen. — **Bb $\beta$ l.** Zellen bis fünfeinhalbmal länger als breit: *A. Levanderi* Lemmermann planktonisch in stehenden Gewässern in Europa, Afrika und Nordamerika. — **Bb $\beta$ II.** Zellen nicht so lang gestreckt. — **Bb $\beta$ III.** Zel-

len zylindrisch: *A. augstumalis* Schmidle in Hochmooren in Europa und Afrika; hierzu wohl *A. incrassata* Nygaard in einem See in Dänemark (Fig. 129f). — **BbßII2.** Zellen tonnenförmig oder kugelig: *A. inaequalis* (Kützinger) Bornet et Flahault (incl. *A. oblonga* De Wild., *A. laxa* A. Br., *A. californica* Borge) kosmopolitisch in stehenden Gewässern (Fig. 129a); ähnlich *A. catenula* (Kütz.) Born. et Flah. (mit mehreren Varietäten) in Europa, Afrika, Nordamerika, wohl kosmopolitisch.

8. **Nodularia** Mertens in Jürgens, Alg. aquat. Dec. XV Nr. 4 (1822) ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 243; non Link in Schraders Neues Journ. Bot. III. 1 (1809) 9 nomen; Lyngbye, Tent. Hydrophytol. Dan. (1819) 99 descr. = *Lemanea* Bory (1808, *Rhodophyc.*)<sup>1)</sup>. — *Spermosira* Kützinger, Phyc. gen. (1843) 213. — Trichome aus kurzen, scheibenförmigen Zellen aufgebaut, mit dünner, bei der Reifung der Dauerzellen meist zerfließender Scheide, einzeln oder zu formlosen, schleimigen Lagern vereinigt,

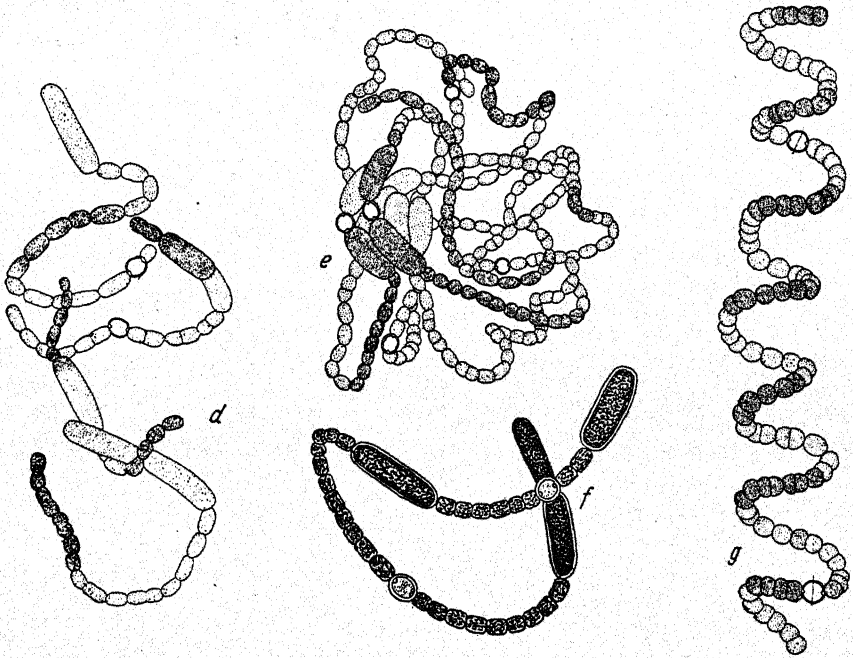


Fig. 129 d—g. *Anabaena*-Arten. d, e *A. flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., (<sup>300</sup>/<sub>1</sub>); f *A. augstumalis* var. *incrassata* (Nygaard) Geitl. (<sup>623</sup>/<sub>1</sub>); g *A. spiroides* var. *crassa* Lemm. — f nach Nygaard, die anderen nach G. M. Smith.

meist gerade, manchmal schraubig gebogen. Heterocysten interkalar, in regelmäßigen, kleinen Abständen, wie die vegetativen Zellen kurz; in manchen Entwicklungsstadien finden sich auch terminale Heterocysten. Dauerzellen einzeln oder reihenweise, von den Heterocysten entfernt entstehend.

Ableitung des Namens von nodulus, kleiner Knoten.

Die Gattung steht *Anabaena* sehr nahe und unterscheidet sich von ihr nur graduell. Außer mit *Anabaena* können auch Verwechslungen mit zur Ruhe gekommenen Hormogonien von *Nostoc* unterlaufen.

Drei oder vier Arten, bzw. bei Auffassung einiger Varietäten als Arten entsprechend mehr, meist im Süßwasser; *N. Harveyana* auch in Saffflüssen alter Pappeln und Edel-

<sup>1)</sup> Es wird hiermit vorgeschlagen, *Nodularia* Mertens gegen *Nodularia* Link ex Lyngbye auf die Liste der nomina generica conservanda zu setzen. — L. Geitler, H. Harms, J. Matfeld.

kastanien und in Thermen. Die Morphologie und Entwicklungsgeschichte wurde von Bornet et Thuret, Notes algologiques II (1880), eingehend untersucht.

Leitart: *N. spumigena* Mertens ex Born. et Flah. l. c. mit 8  $\mu$  breiten oder breiteren Fäden und gedrunghenen Dauerzellen mit glatter, brauner Wand, in stehendem, auch salzigem Wasser, oft Wasserblüten bildend, kosmopolitisch. Fig. 21a. Ähnlich *N. armorica* Thuret ex Bornet et Flahault an der französischen und nordamerikanischen Küste. — *Nodularia Harveyana* Thuret ex Born. et Flah. mit 4–6 (–7)  $\mu$  breiten Trichomen, kosmopolitisch an den verschiedensten Standorten (vgl. oben). — *N. quadrata* F. E. Fritsch aus der Antarktis ist wohl eher eine *Anabaena*.

9. *Nostoc* Adanson, Fam. pl. II (1763) 13; Vaucher, Hist. Conferv. d'eau douce (1803) 203 ex Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 181. — *Tremella* L. Sp. pl. (1753) 1157 pro parte<sup>1)</sup>. — *Linckia* [Micheli, Nov. gen. pl. (1729) 126, Taf. 67 A] Roth, Neue Beitr. Bot. I (1802) 297; Catal. Bot. III (1806) 342. — *Nostochium* Link in Nees, Hor. phys. Berol. (1820) 6. — *Nostocus* Raf. — *Undina* Fries, Syst. orb. veg. I. Pl. homon. (1825) 348; Endl. Gen. (1836) 3. — *Monormia* Berkeley, Glean. Brit. Alg. (1832) 46, Taf. 18. — *Hydrococcus* Link, Handb. III (1833) 268; non Kützing (1833, = Gattung der *Scopulone-mataceae*). — *Polycoccus* Kützing in Naturk. Verhandl. Hollandsche Maatschappij Wetensch. Haarlem 1841, Taf. Q, Fig. 1–12; Phyc. gen. (1843) 171. — *Hormosiphon* Kützing, Phyc. gen. (1843) 209. — *Nematonostoc* Nylander in Bull. Soc. Bot. France XX (1873) 263. — Incl. *Nematonostoc*, *Sphaeronostoc*, *Stratonostoc*, *Amorphonostoc* (vgl. A. A. Elenkin, Monogr. Alg. Cyan. USSR., Moskau-Leningrad 1936<sup>2)</sup>). — *Echeverriopsis* Kufferath in Ann. Crypt. exot. 2 (1929) 49 (= auswachsende Hormogonien). — *Heterocyanococcus* Kufferath ibid. (= *N. punctiforme* in Dauerzellbildung?). — Trichome überall gleich breit oder gegen die Heterocysten zu leicht verjüngt (Fig. 132), mehr oder weniger dicht durcheinander geschlungen, mit dicken, schleimigen, im Innern der Lager zusammenfließenden, an der Peripherie der Lager meist erhalten bleibenden Scheiden, zu weich- oder festgallertigen Lagern von oft bedeutender Größe vereinigt. Lager mit einer festen, „Kutikula“-artigen Außenschicht oder ohne solche, selten fast zerfließend und formlos, in der Jugend kugelig, später oft ausgebreitet, blattartig oder höckerig, manchmal in Lappen zerteilt. Trichome im Lager regellos angeordnet oder mehr oder weniger deutlich radial verlaufend. Heterocysten interkalar, in den keimenden Hormogonien terminal, einzeln oder häufig in Reihen. Dauerzellen in Reihen, meist aus allen Zellen eines Lagers gebildet. Hormogonien aus allen Trichomen eines Lagers gebildet, bei der Keimung durch scheinbare Längsteilungen oder schiefe Teilungen eine Schraube bildend, die unter reichlicher Gallertproduktion, Zerlegung an interkalaren Heterocysten in mehrere Stücke und weiterem Wachstum zum jungen Thallus wird.

Wichtigste spezielle Literatur. G. Thuret in Mém. Soc. Sci. Nat. Cherbourg (1857); in Ann. Sci. Nat. Ser. 3, II (1844) 319. — E. Bornet et G. Thuret, Notes algolog. II (1880). — R. Harder in Zeitschr. f. Bot. 10 (1918) 177. — L. Geitler in Österr. Bot. Zeitschr. 70 (1921) 158. — L. Geitler und F. Ruttner in Arch. Hydrobiol. Suppl. XIV (1936).

Die Herleitung des Namens, der auch schon in der vorlinnäischen Literatur als Gattungsname benutzt wurde (Vaillant, Bot. Paris. 1727, 144), ist ungewiß. Nach Lyngbye handelt es sich um die Latinisierung des Wortes *Nostoch* bei Paracelsus, das vielleicht alchymistischen Ursprungs ist; Forti meint, daß sich das Wort vielleicht vom griechischen *νοστος* (Rückkehr, Wiederkehr) herleitet und das Widersichtbarwerden der auf Erde vorkommenden Gallertlager nach Regen (Aufquellung) kennzeichnet; Wittstein (Etymol. bot. Handwörterb.) bringt das Wort mit dem griechischen *νοστις* (*nostea*) = Feuchtigkeit in Zusammenhang. — Die nach Regen stark aufquellenden und daher plötzlich und scheinbar aus dem Nichts erscheinenden Lager terrestrischer Arten, vor allem von *N. commune*, haben auch die Volksphantasie beschäftigt, daher die deutschen Namen Sternschnuppe, Himmelsblatt, Himmelsblume, im süddeutschen Sprach-

<sup>1)</sup> *Tremella* war früher eine Sammelgattung für Körper von gelatinös-zitternder Beschaffenheit. Heute ist *Tremella* [Dill.] L. ex Fries (1823) eine gültige Gattung der *Hymenomycetae*, *Tremellaceae* (Mattfeld).

<sup>2)</sup> Text russisch; schon früher, ebenfalls nur russisch, publiziert (Sonderdruck mit der Jahreszahl 1934).

gebiet Sternräusp'n, Sternschnuez'n (d.i. also der Auswurf des Sterns), englisch star-jelley, star-shoot (vgl. W. Ulrich, Int. Wörterb. Pfl. Leipzig 1875; G. Pritzel und C. Jessen, Deutsch. Volksnamen Hannover 1882; F. Höfer und M. Kronfeld, Volksnamen niederösterreich. Pfl. Wien 1889)<sup>1)</sup>.

**Entwicklungsgeschichte.** Der Thallus entwickelt sich aus geraden, wenigzelligen Trichomen, die entweder Hormogonien oder Dauerzellenkeimlinge sind; letztere können ebenfalls aktiv beweglich, also als Hormogonien ausgebildet sein (Harder l. c.). Das Trichom bildet zunächst je eine polare Heterocyste und scheidet eine Gallerthülle aus. Die weitere Entwicklung erfolgt dann unter Teilungen aller Zellen, wobei aber starke Stauchungserscheinungen sich geltend machen; diese können soweit gehen, daß die „Quer“teilungen der Trichomzellen als Längsteilungen in Erscheinung treten und somit ein scheinbar zweireihiges, später vierreihiges, *Stigonema*-artiges Trichom entsteht (vgl. die zit. Lit.). Diese sehr auffallenden Entwicklungsstadien (Fig. 130) wurden vielfach mißverstanden und als eigene Arten oder selbst Gattungen beschrieben<sup>2)</sup>.

Im Lauf der weiteren Entwicklung erfolgt Abrollung der gestauchten Spirale, die Windungen werden unter reichlicher Gallertbildung lockerer und es bilden sich interkalare Heterocysten, welche das Trichom in mehrere Stücke zerlegen, die für sich weiter-

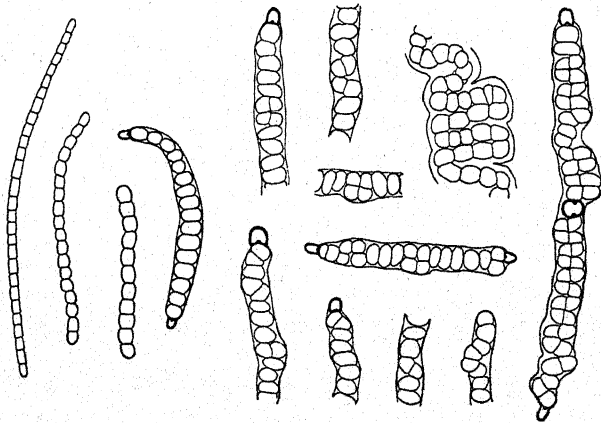


Fig. 130. Hormogonien von *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot und ihre Weiterentwicklung unter Verbreiterung der Zellen und gestauchtem Wachstum innerhalb der Scheide (etwa  $\frac{300}{1}$ ); nach Harder.

wachsen; schließlich können mehrere Zentimeter große Thalli entstehen, die auf ein einziges Trichom zurückgehen. Neben den primären interkalaren Heterocysten bilden sich später weitere zu beiden Seiten anschließende eintüpfelige Heterocysten aus.

Die Bildung der Dauerzellen erfolgt bei vielen Arten leicht und gründlich und auf allen Entwicklungsstadien; so können eben zur Ruhe gekommene, noch einreihige oder auch zweireihige Hormogonien von den die Dauerzellbildung hervorruhenden Außenbedingungen überrascht werden; alle Trichomzellen bilden sich dann in Dauerzellen um, wodurch eigenartige, auf den ersten Blick hin kaum sicher bestimmbare Bildungen entstehen.

<sup>1)</sup> Bei der Sternschnuppengallerte scheint es sich hauptsächlich um Schleimmassen der Froscheileiter zu handeln, die von Raubtieren (Iltissen oder Fischottern?), die Frösche gefressen haben, wieder von sich gegeben wurden. Vgl. die Zusammenstellung der Literatur bei H. Harms in Naturwiss. Wochenschr. 31 (1916) 347, in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 58, 1916 (1917) 240, und die Arbeiten von F. Cohn in Abh. Schles. Gesellsch. vaterl. Kultur (1868/69) 130 und von R. H. Stamm in Vidensk. Medd. Naturh. Foren. Kjöbenhavn 66 (1915) 237. — (Mattfeld).

<sup>2)</sup> Der Kuriosität halber sei erwähnt, daß einmal als Abnormität ein echt verzweigtes Trichom beobachtet wurde (Geitler u. Ruttner, l. c. Fig. 83).

Die Keimung der Dauerzellen erfolgt unter Sprengung oder Verschleimung der Wand. Der Keimling kann als Hormogonium entwickelt sein oder sofort unter Gallertbildung zu einem jungen Thallus auswachsen.

Die Ausbildung der Lager ist bei verschiedenen Arten sehr verschieden. Als Typus können *N. commune* und ähnliche genommen werden, bei welchen die Gallerte nach außen deutlich begrenzt und die Gestalt bestimmt ist. In der Regel sind dann die Scheiden an der Peripherie relativ fest gallertig, distinkt und braun gefärbt, während sie im Lagerinneren „zusammenfließen“, d. h. nicht fest zur Ausbildung gelangen, sondern als wasserreiche, ziemlich formlose Gallerte ausgeschieden werden. Bei manchen Arten ist die Bildung weicher Gallerte überhaupt charakteristisch; diese Arten nähern sich dann stark *Anabaena*, und in Einzelfällen ist die Einreihung in die eine oder andere Gattung fast konventionell.

Systematik. Nach der Ausbildung der Lagergallerte und Lagerform haben Bornet und Flahault l. c. die Gattung in mehrere Sektionen (*Cuticularia*, *Amorpha*, *Paludosa*, *Intricata*, *Humifusa*, *Communia*, *Pruniformia*, *Verrucosa*, *Zetterstedtiana*) unterteilt. Da die Grenzen durch seither beschriebene Arten noch unschärfer geworden sind als sie schon damals waren, ist mit dieser Unterteilung wenig gewonnen. Elenkin l. c. will die Gattung überhaupt in mehrere selbständige Gattungen zerlegen; dies erscheint, wenn man die Gleichwertigkeit mit anderen Blaualgengattungen berücksichtigen will, unzulässig.

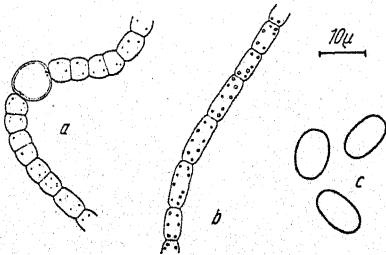


Fig. 131. *Nostoc spongiaeforme* Ag.; a breit-zelliges Trichom in hoher Teilungsfrequenz, b schmalzelliges Trichom aus dem gleichen Thallus in niedriger Teilungsfrequenz; c Dauerzellen. — Nach Geitler und Ruttner.

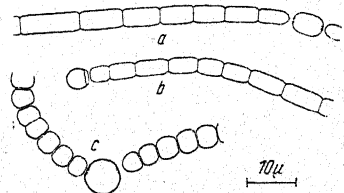


Fig. 132. Verjüngung der an Heterocysten grenzenden Trichomstücke bei a *Nostoc ellipsosporum* Rabh., b *N. carneum* Ag., c *N. commune* Vauch.; nach Geitler.

Von den zahlreichen beschriebenen Arten lassen sich vielleicht 40–50 aufrechterhalten. Bei näherer Kenntnis der Beeinflussung durch Außenfaktoren werden wahrscheinlich noch einige Arten zusammengezogen werden müssen. Dies gilt besonders im Hinblick auf das Merkmal der Ausgestaltung der Dauerzellen, das wahrscheinlich stärker schwanken kann als bisher angenommen wurde. Auch die Zellform — tonnenförmig oder zylindrisch — ist nicht immer konstant (Fig. 131).

Vorkommen. Die Gattung ist hauptsächlich im Süßwasser verbreitet, einzelne Arten kommen auch im Brack- oder Meerwasser vor. Die meisten Arten (darunter viele Kosmopoliten) leben festsitzend in Seen, Teichen und in Bächen oder auf feuchter Erde u. dgl. Echte Planktonformen scheinen nur *N. Kihlmani* Lemmermann und *N. planctonicum* W. Poretzky et Tschernow, beide mit Gasvakuolen, zu sein; freischwimmend sind auch die Lager von *N. Zetterstedtii*, gelegentlich können auch andere Arten sich von der Unterlage ablösen und im Wasser treiben.

*N. sphaericum* lebt manchmal in den Atemhöhlungen von Lebermoosen und im Plasma des Pilzes *Geosiphon*; auch *N. punctiforme* kommt im Plasma lebender Zellen (*Cycas*-Wurzelknöllchen) vor (vgl. den allg. Teil). Zahlreiche Flechten (Collemaceen, *Pannaria* u. a.) haben *N.*-Gonidien.

Leitart: *N. commune* Vaucher ex Born. et Flah. l. c. (*Stratonostoc* Elenkin) mit blattartig faltigen, ziemlich festen, olivengrünen Gallertlagern auf Wiesen und Wegen, in vorübergehend von Regenwasser erfüllten Felslöchern u. dgl., oft auch an sehr trockenen Standorten (auf Sand, auf südexponierten Eisenbahndämmen), manchmal auch

am Rand von Salzsümpfen und in Meeresnähe, kosmopolitisch. Fig. 15. Die Lager entwickeln sich oft in großen Mengen auf wenig begangenen Wegen im Gebirge, sind bei Trockenheit verhältnismäßig unscheinbar, schwarz und häutig, quellen aber nach Regen auf und werden entsprechend auffallend (daher die Ausdrücke „Sternschnuppen“ usw. im Volksmund; vgl. oben). In manchen Gegenden Südamerikas, Javas und Chinas werden die Gallertlager von den Eingeborenen gegessen.

Eine besondere, sehr auffallende Form ist die var. *flagelliforme* (Berkeley et Curtis) Born. et Flah., bei welcher der Thallus lang fadenförmig wird (Fig. 133) und die Trichome mehr oder weniger parallel in den Strängen angeordnet sind (auf feuchter Erde und Sandboden, kosmopolitisch); Elenkin betrachtet diese Form als Vertreter einer eigenen Gattung *Nematonostoc*.

Von den zahlreichen Arten seien hier folgende angeführt:

**A.** Thallus ohne feste, Kutikula-artige Außenhaut. — **Aa.** Trichome sehr dicht verschlungen, kaum verfolgbare, Lager amorph und vom Aussehen einer *Anabaena* oder einer

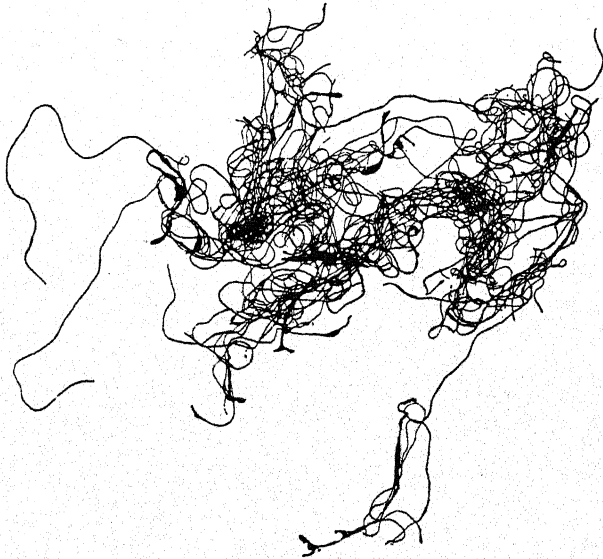


Fig. 133. *Nostoc commune* var. *flagelliforme* (Berk. et Curtis) Born. et Flah., Thallus in nat. Gr., Natur-selbstdruck; nach Geitler.

Chroococcale: *N. punctiforme* (Kützinger) Hariot ex Born. et Flah.<sup>1)</sup> (*Amorphonostoc* Elenkin) in stehenden Gewässern an Wasserpflanzen, in Saftflüssen von Bäumen, in den Interzellular- und Schleimgängen des Stammes von *Gunnera*, im Plasma lebender Zellen der Wurzelknöllchen von Cycadeen, angeblich Stickstoff bindend (vgl. den allg. Teil); kosmopolitisch. — **Ab.** Trichome nicht so dicht verschlungen. — **Ab.** Thallus mikroskopisch

<sup>1)</sup> Syn.: *Polycoccus punctiformis* Kützinger; *Nostoc Hederulae* Meneghini in Kützinger ex Bornet et Flahault; *Anabaena Hederulae* Kützinger; *Scytonema* spec. Reinke; *Anabaena* spec. Reinke; *Nostoc* spec. Schenk; *Anabaena Cycadearum* Reinke ex Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 457; *Anabaena Cycadeae* Spratt; *Scytonema Gunnerae* Reinke 1871; *Nostoc Gunnerae* Reinke ex Merker. — Vgl. J. Reinke, Über gonidienartige Bildungen in einer dicotylyschen Pflanze, in Nachrichten Göttinger Ges. Wiss. 1871, 624—628; 1872, 106; in Bot. Zeitung 30 (1872) 60; 37 (1879) 472; Morph. Abh. (1873) 93. — Schenk in Bot. Zeitung 30 (1872) 750. — P. Hariot, Le genre *Polycoccus* Kützinger, in Journ. de Bot. V (1891) 29—32; Sur une Algue qui vit dans les racines des Cycadées, in Compt. rend. Acad. Paris 115 (1892) 325. — Sauvageau, ebenda S. 322; in Ann. sc. nat. 8. sér. 3 (1897) 367. — Merker in Flora 72 (1889) 211. — C. R. Spratt in Ann. of Bot. 25 (1911) 369. — Harder in Zeitschr. für Bot. IX (1917) 145. — Geitler in Öst. Bot. Z. 70 (1921) 158. — G. Winter in Beitr. Biol. Pfl. 23 (1935) 295. — (J. Matfeld.)

klein: *N. paludosum* Kützing ex Born. et Flah. in stehenden Gewässern, wahrscheinlich kosmopolitisch. — **Ab $\beta$** . Thallus größer. — **Ab $\beta$ I**. Thallus scheibenförmig, am Rande wachsende Flecke auf Wasserpflanzen bildend: *N. cuticulare* (Bréb.) Born. et Flah. (Europa, Nordamerika, Afrika). — **Ab $\beta$ II**. Thallus mehr oder weniger kugelig oder formlos-höckerig. — **Ab $\beta$ III**. Wasserbewohner. — **Ab $\beta$ III\***. Trichome dicht verflochten: *N. Linckia* (Roth) Bornet in stehendem Wasser, kosmopolitisch. — **Ab $\beta$ III\*\***. Trichome lockerer. — **Ab $\beta$ III\*\*\*†**. Thallus aus geweihartig verzweigten Strängen aufgebaut, Dauerzellen sehr breit, bis 14 (–16)  $\mu$  breit: *N. crassisporum* Geitl. in Sumatra. — **Ab $\beta$ III\*\*\*††**. Thallus und Dauerzellen anders. — **Ab $\beta$ III\*\*\*††O**. Dauerzellen kugelig: *N. piscinale* Kütz. ex Born. et Flah. in stehendem Wasser, wahrscheinlich kosmopolitisch. — **Ab $\beta$ III\*\*\*††OO**. Dauerzellen länglich: *N. carneum* Ag. ex Born. et Flah. und *N. spongiiforme* Ag. ex Born. et Flah., beide wahrscheinlich kosmopolitisch. — **Ab $\beta$ II2**. Erd- und Felsenbewohner. — **Ab $\beta$ II2\***. Zellen zylindrisch: *N. ellipsosporum* Rabenh. ex Born. et Flah. auf Erde und Moosen, manchmal in Meeresnähe, wohl kosmopolitisch (Fig. 132a); ähnlich *N. gelatinosum* Schousboe ex Born. et Flah. — **Ab $\beta$ II2\*\***. Zellen tonnenförmig. — **Ab $\beta$ II2\*\*\*†**. Trichome 2,2–3  $\mu$  breit: *N. humifusum* Carmichael ex Born. et Flah. in



Fig. 134. *Nostoc sphaericum* Vauch., Vertikalschnitt durch einen Thallus und Entwicklung des Thallus aus einem Hormogonium ( $^{150}/_1$  und  $^{330}/_1$ ); nach Thuret.

Europa, Afrika und Nordamerika. — **Ab $\beta$ II2\*\*\*††**. Trichome 3–4  $\mu$  breit: *N. muscorum* Ag. ex Born. et Flah., kosmopolitisch.

**B**. Thallus mit fester, dünner, „Kutikula“-artiger Außenschicht („Periderm“). — **Ba**. Landbewohner. — **Ba $\alpha$** . Scheiden wenigstens an der Peripherie des Thallus deutlich. — **Ba $\alpha$ I**. Thallus sehr groß, blattartig, Trichome bis 6  $\mu$  breit: *N. commune* Vaucher (vgl. oben). — **Ba $\alpha$ II**. Thallus klein, kugelig, Trichome breiter: *N. macrosporum* Menegh. ex Born. et Flah. und *N. microscopicum* Carmichael ex Born. et Flah. mit 8–9 bzw. 5–8  $\mu$  breiten Trichomen, an feuchten Felsen, auf Holz und Baumrinden, meist zwischen Moosen, kosmopolitisch (die beiden Arten sind vielleicht identisch). — **Ba $\beta$** . Scheiden undeutlich oder ganz zusammenfließend. — **Ba $\beta$ I**. Trichome 4–5  $\mu$  breit: *N. sphaericum* Vaucher ex Born. et Flah. auf feuchter Erde, zwischen Moosen, manchmal auch in stehendem Wasser, bildet 1–15 mm große, meist massenhaft auftretende Thalli, kosmopolitisch; Fig. 134. Die Art lebt auch im Thallus von Lebermoosen (*Blasia* u. a.) und auffallenderweise im Plasma eines Pilzes (*Geosiphon*), der die *Nostoc*-Fäden in eigenen Blasen beherbergt (vgl. E. Knapp in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 51, 1933, 210); im letzteren Falle wurde die Art früher als *N. symbioticum* F. v. Wettstein bezeichnet. — **Ba $\beta$ II**. Trichome 2,5–3  $\mu$  breit: *N. minutum* Desmazières in Europa, Alaska, Feuerland, Patagonien, der Antarktis, Angola, China, offenbar kosmopolitisch. — **Bb**. Wasserbewohner. — **Bb $\alpha$** . Trichome im Thallus nicht vorwiegend radial verlaufend. — **Bb $\alpha$ I**. Thallus mit breiter Fläche festgeheftet, anfangs flach halbkugelig, später höckerig und mehrere



Zentimeter groß: *N. verrucosum* Vaucher ex Born. et Flah. in schnell fließenden Gewässern, manchmal auch in der Wellenschlagszone von Seen an Steinen, kosmopolitisch; ältere Lager werden im Innern „hohl“, d. h. sind nur von Gallerte erfüllt; in den Randteilen verlaufen die Fäden manchmal radial. — **Bb $\alpha$ II.** Thallus bis 1 cm groß, mehr oder weniger kugelig, oft freischwimmend in stehenden Gewässern. — **Bb $\alpha$ III.** Zellen ohne Gasvakuolen, 5–7  $\mu$  breit: *N. coeruleum* Lyngbye ex Born. et Flah. in Europa und Nordamerika, auf Faulschlamm, zwischen Wasserpflanzen u. dgl. — **Bb $\alpha$ II2.** Zellen mit Gasvakuolen; der vor. ähnlich (oder identisch?): *N. planctonicum* W. Poretzky et Tschernow in einem See Kareliens und *N. Kihlmani* Lemmermann in Mitteleuropa, Nordeuropa und Grönland. — **Bb $\beta$ .** Trichome im Thallusinneren vorwiegend radial verlaufend. — **Bb $\beta$ I.** Thallus fest-sitzend. — **Bb $\beta$ II.** Thallus nur an einer Stelle („Nabel“) festgeheftet, zungenförmig, im Inneren hohl: *N. parmelioides* Kütz. ex Born. et Flah. in schnellfließenden Gewässern in Europa, Afrika und Nordamerika (steht *N. verrucosum* nahe); *N. Letestui* Frémy mit lappig zerteiltem Thallus in schnellfließenden Gewässern in Äquatorialafrika. — **Bb $\beta$ II2.** Thallus mit der ganzen Fläche festsitzend: *N. Wichmannii* Weber van Bosse in Bächen in Celebes und Sumatra. — **Bb $\beta$ III.** Thallus freischwimmend. — **Bb $\beta$ III1.** Thallus bis hühnereigroß, lederig, an der Oberfläche glatt: *N. pruniiforme* Ag. ex Born. et Flah. (*Sphaeronostoc* Elenkin) in stehenden Gewässern, auf Schlamm u. dgl., wahrscheinlich kosmopolitisch; die Lager sind oft mit Eisen imprägniert (vgl. E. Naumann in Bot. Notiser 1924, 463). Ähnlich *N. elgonense* E. Naumann auf dem Boden eines Kratersees in Ostafrika. — **Bb $\beta$ III2.** Thallus ähnlich wie bei *N. pruniiforme*, aber meist höckerig und leicht in radiale Läppchen zerfallend: *N. Zetterstedtii* Areschoug ex Born. et Flah. in Seen Skandinaviens, Australiens, Argentiniens; die Thalli können nach E. Naumann (in Bot. Notiser 1924) sehr verschiedene Beschaffenheit annehmen und sind manchmal mit Eisen imprägniert.

10. *Wollea* Bornet et Flahault in Ann. sc. nat. 7. sér. 7 (1888) 223. — Trichome überall gleich breit, gerade oder leicht gebogen, mehr oder weniger parallel gelagert, in gemeinsamer, zusammenfließender Gallertmasse, ein weiches, schlauchförmiges Gallertlager bildend. Heterocysten interkalar. Dauerzellen in Reihen neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt.

Benannt nach dem amerikanischen Algologen F. Wille, der die Alge entdeckte.

Die einzige Art *W. saccata* (Wille) Bornet et Flahault l. c. (= *Sphaerozyga saccata* Wille, Freshwater Alg. USA. 1887, 290, Taf. 199, Fig. 1) bildet bis 10 cm lange Gallertschläuche, die anfangs mit einem Ende festsitzen, später auch freischwimmen; in stehenden Gewässern an drei Standorten in Nordamerika; Fig. 123 B.

Die Art besitzt offenbar eine sehr beschränkte Verbreitung; ein Übersehen werden ist im Hinblick auf das auffallende Aussehen kaum anzunehmen. — Die nächsten Verwandten sind wohl bei *Nostoc* zu suchen.

## Oscillatoriaceae

Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 61. — *Oscillariaceae* auct. — Non *Oscillatoriaceae* s. str. Elenkin.

**Merkmale.** Trichome immer einreihig, überall gleich breit und aus gleichartigen Zellen aufgebaut, nur an den äußersten Enden manchmal leicht verjüngt und mit abweichend gebauten, degenerativ veränderten Endzellen, aber nie in Haare ausgehend, nie verzweigt, ohne oder mit zerfließenden Scheiden oder einzeln, zu mehreren oder zu vielen in mehr oder weniger festen Scheiden; im letzteren Fall sind die Fäden (nicht die Trichome) manchmal verzweigt. Wachstum interkalar, die Spitzenzellen sind meist teilungsunfähig und abweichend gestaltet. Bei *Schizothrix* und ähnlichen Andeutung von Spitzenzellwachstum. Trichome gerade, dabei aber die Zellen manchmal mit schraubiger Organisation (vgl. unten) oder im ganzen schraubig gedreht. Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Hormogonien vorhanden, manchmal das gewöhnliche vegetative Stadium darstellend; Bewegung bei Formen mit schraubiger Zellorganisation unter Rotation um die Längsachse.

**Wichtigste Literatur.** M. Gomont, Monographie des Oscillariées, in Ann. Sci. Nat., 7. Sér., Bot. 15 (1892) 263—368; 16 (1892) 91—264; auch besonders erschienen Paris 1893, 302 S. — F. Drouet in Rhodora 40 (1938) 221. — Vgl. auch die einzelnen Gattungen.

**Vegetationsorgane.** Die Oscillatoriaceen erscheinen als die einfachst gebauten Hormogonien, werden daher oft im System an den Anfang gestellt. Im Hinblick darauf, daß bei ihnen das Hormogonien-Stadium besonders betont ist, lassen sie sich aber nicht unmittelbar an die Pleurocapsalen anschließen, sondern erscheinen eher als abgeleitete und sekundär vereinfachte Formen.

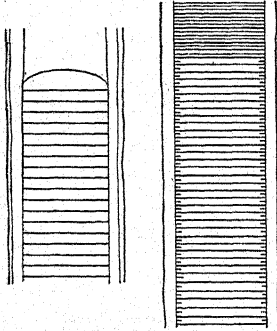


Fig. 135. *Lyngbya mainuscula* Harvey, Fadenende in mäßiger Teilungsfrequenz und Fadenstück in hoher Teilungsfrequenz. — Nach Geitler.

Die Trichome bestehen, abgesehen von den Enden, aus gleichwertigen Zellen, die sämtlich teilungsfähig sind und sich bei entsprechend günstigen Bedingungen auch teilen. Unter Umständen kann die Teilungsfrequenz soweit ansteigen, daß in längeren Trichomabschnitten alle Zellen sich im gleichen Rhythmus (simultan) in Teilung befinden und daß sie sich sogar von neuem teilen, bevor die vorangehende Teilung beendet ist (Fig. 17, 135). Verschieden alte (verschieden dicke) Querwände wechseln dann entsprechend ihrer Entstehung in bestimmter Folge ab, das Trichom erscheint segmentiert; die Zellen eines Segments sind Abkömmlinge einer Mutterzelle. Bemerkenswerterweise fällt die Minimallänge der bewegungsfähigen Hormogonien mit der Länge dieser Segmente zusammen (G. Schmid in Jahrb. wiss. Bot. 60, 1921, 572; 62, 1923, 328).

Die einzelnen Trichomzellen und daher auch die durch ihre Aneinanderreihung gebildeten Trichome besitzen oft schraubige Organisation. Sie kann sich unmittelbar morphologisch im Bau des Protoplasten ausdrücken, indem das Zentroplasma mit seinen Vorsprüngen in bezug auf die Längsachse der Zelle gedreht ist oder die Schraubung an der Lage von Vakuolen erkennbar wird (Fig. 136)<sup>1)</sup>; oder es verrät die vom Trichom ausgeschiedene Scheide ihre schraubige Organisation beim Auftreten von Falten, beim Zerreißen oder auch durch die Wachs-

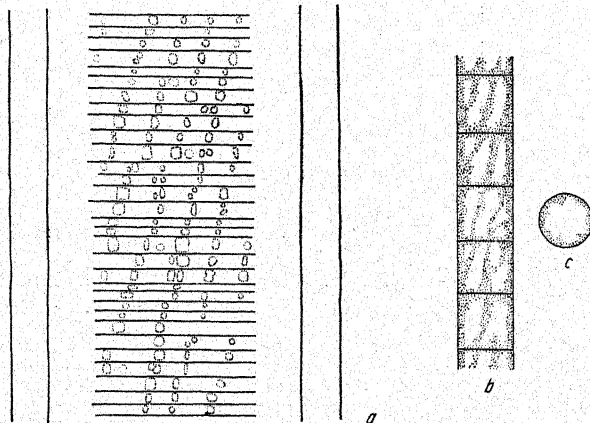


Fig. 136. Innerer Schraubenbau der Trichome. *a* Fadenstück von *Plectonema Wollei* Farlow (Scytone-mataceae), rechts und links die Scheide im Längsschnitt, in der Mitte Oberflächenbild des Trichoms bei Einstellung auf das Chromatoplasma, das auf Schraubenlinien liegende Vakuolen enthält; *b*, *c* *Oscillatoria* sp., Oberflächenbild durch ein Trichom, punktiert durch das Chromatoplasma. — *a* nach Geitler und Ruttner; *b*, *c* nach Geitler.

<sup>1)</sup> Als Beispiel wird hier *Plectonema Wollei* verwendet, das, obwohl die Gattung zu den Scytone-mataceen zu zählen ist, sehr große Ähnlichkeit mit *Lyngbya* aufweist.

tumsrichtung von in der Scheide sich entwickelnden Organismen (Fig. 137). Schließlich ist die Rotation um die Längsachse, welche die Hormogonien besitzen, nur der Ausdruck der Schraubenorganisation der Protoplasten. Innerlich schraubig organisierte und nicht schraubig organisierte Trichome kommen im übrigen innerhalb derselben Gattung vor — so zeigt *Oscillatoria rubescens* im Gegensatz zu den meisten anderen Arten keine Schraubung —, es handelt sich also um kein Merkmal von weiterer systematischer Bedeutung. Ob die Schraubungsrichtung — es gibt links- und rechtskriechende Formen — bei der gleichen Art immer konstant ist, läßt sich noch nicht sicher sagen.

Außer der innerlichen Schraubung kommt auch Schraubung des Trichoms als ganzen vor. Es handelt sich, besonders im Fall von *Spirulina*, um eine sehr regelmäßige Schraubung. Infolge der optischen Verhältnisse bei der Beobachtung hat diese Schraubung manchmal zur Folge, daß die an sich zarten Querwände kleinzelliger Formen unsichtbar werden; die früher geäußerte Meinung, daß in solchen Fällen tatsächlich einzellige Formen vorliegen, läßt sich durch sorgfältige Beobachtung leicht widerlegen.

Besonders eigenartig ist die schraubige Organisation bei *Glaucospira*, bei welcher die Wände anscheinend äußerst elastisch sind und die Bewegung ganz der von Spirochäten gleicht. Eine nähere Untersuchung dieser Verhältnisse steht noch aus.

Eine Eigentümlichkeit vieler Oscillatoriaceen besteht darin, daß die Cyanophycinkörnchen nur an den Querwänden gebildet werden (kommt auch z. B. bei Scytonemen vor).

Ein eigenartiges Aussehen erhalten die Trichome manchmal dadurch, daß einzelne Zellen degenerieren, dabei glasig und homogen pigmentiert werden, infolge Eindrückung von seiten der Nachbarzellen bikonkave Gestalt annehmen und schließlich absterben; in anderen Fällen können sich die Zellen verflüssigen (sog. „Spalkkörper“, „Nekriden“).

Die Scheiden sind grundsätzlich ähnlich wie in anderen Familien ausgebildet. Bemerkenswert ist, daß außer den auch sonst üblichen gelben bis braunen Färbungen rot und violett gefärbte Scheiden vorkommen, was sonst nur bei *Gloeocapsa* und verwandten Gattungen der Fall ist. Im phylogenetischen Sinne kann dieser Umstand allerdings kaum ausgewertet werden.

Die Ausbildung der Trichomenden, im besonderen der Endzelle, ist sehr mannigfaltig. Allen Veränderungen ist gemeinsam, daß die Zellen ihre Teilungsfähigkeit einbüßen; die Cyanophycinkörner, manchmal auch die Assimilationspigmente, gehen verloren. Die häufigste Abänderung besteht in einer mäßigen Verjüngung des Endes; die Endzelle selbst kann nadelförmig zugespitzt werden. Sehr oft wird das Ende hakenförmig abgebogen. Manchmal schwillt das Ende nach anfänglicher Verjüngung köpfchenförmig an. Zahlreiche Arten bilden an der Außenwand der Endzelle eine haubenartige Verdickung (sog. „Kalyptra“), deren Entstehung noch nicht ganz geklärt ist (F. Brand in Hedwigia 45, 1906, 7).

**Systematik.** Die Oscillatoriaceen werden in dieser Bearbeitung als sekundär vereinfachte Blaualgen aufgefaßt. Am nächsten kommt ihnen *Plectonema*, das vielfach als Oscillatoriacee betrachtet wird. *Plectonema* besitzt andererseits enge Beziehungen zu *Scytonema* und ähnlichen.

Die Abgrenzung der Gattungen ist mehr oder weniger konventionell und von praktischen Gesichtspunkten diktiert. Im Anschluß an Elenkin — der übrigens die ganze

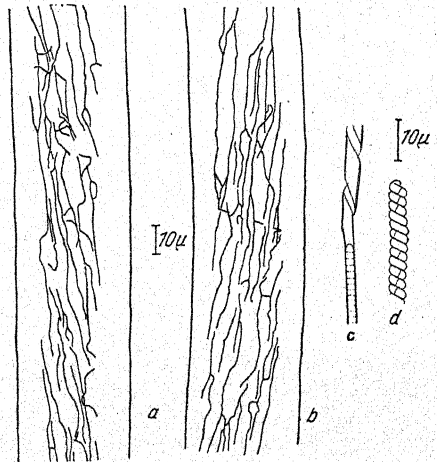


Fig. 137.. a, b Wachstum eines Fadenpilzes in steilen Schraubenlinien in der Scheide von *Lyngbya maiuscula* Harvey (hohe und tiefe Einstellung im Mikroskop); c Faden von *Lyngbya stagnina* Kütz., dessen leeres Scheidenende schraubig aufgerissen ist; d dichtschraubig gewundenes Trichom von *Spirulina subsalsa* var. *crassior* Virieux. — c nach Skuja, die anderen nach Geitler.

Familie in eine größere Zahl von Familien zerlegen will — wird die sonst als Oscillatoriaceae behandelte *Gomontiella* herausgehoben, da ihr Trichombau von allen Oscillatoriaceen und Hormogonien überhaupt wesentlich abweicht.

Einige Gattungen (*Oscillatoria*, *Phormidium*) sind mit weit über 100 Arten sehr umfangreich. Die Bestimmung der Arten ist in Anbetracht der geringen morphologischen Differenzierung sehr schwierig; viele der verwendeten „Merkmale“ würden einer näheren Prüfung wahrscheinlich nicht standhalten; andererseits hat sich doch gezeigt, daß scheinbar unwesentliche Merkmale, wie Zellgröße, Zellform, manchmal auch Färbung, konstant sind. Eine voreilige Zusammenziehung wäre also nicht am Platze. Eine endgültige Klärung und damit das Ende des jetzigen provisorischen Zustandes wäre von einer monographischen Bearbeitung der einzelnen Gattungen auf experimenteller Grundlage, aber mit Berücksichtigung der Erfahrungen der bisherigen beschreibenden Systematik zu erwarten; bloße Stichproben an Hand von Kulturen zu machen, wie dies gelegentlich geschah, führt nicht weiter, sondern mündet in uferlose Skepsis; denn die Beobachtung, daß bei einer Art unter verschiedenen Bedingungen Merkmale auftreten können, die als Unterscheidungsmerkmale anderer Arten verwendet werden, beweist nicht, daß alle diese Arten identisch sind.

**Vorkommen.** Die Oscillatoriaceen besiedeln alle möglichen Biotope, viele Arten sind auch Kosmopoliten (vgl. das bei den einzelnen Gattungen Gesagte). Äußerlich mit Oscillatorien ähnliche farblose, im Darm, Pharynx und der Mundhöhle von Säugern lebende Formen (vgl. Langeron in Ann. de Parasit. hum. et comp., Paris 1923; Nadson et Krassilnikow in Compt. Rend. Ac. Sci. Paris 187, 1928, 176) sind, wie sich schon aus der endogenen Bildung von Dauerzellen ergibt, Bakterien (vgl. auch B. Delaporte in C. R. Ac. Sci. Paris 198 (1934) 1187). Andererseits gibt es farblose und offenbar heterotrophe Formen, die morphologisch so sehr Blaualgen gleichen (z. B. *Spirulina albida*), daß sie hier behandelt werden müssen.

### Einteilung der Familie

- A. Trichome typisch zu mehreren in einer Scheide; Scheiden nach dem Austritt der Hormogonien am Scheitel sich meist schließend . . . . . **Tribus I. Vaginarieae**
  - a) Trichome zu sehr vielen in einer Scheide, dicht gedrängt.
    - α) Scheiden mehr oder weniger schleimig, Fäden verklebt, Lager nicht büschelig (S. 197) . . . . . **1. Microcoleus**
    - β) Scheiden mehr oder weniger fest, Fäden nicht verklebt, Lager büschelig (S. 198) . . . . . **2. Sirocoleum**
  - b) Trichome zu wenigen in einer Scheide, locker angeordnet.
    - α) Fäden unverzweigt (S. 199) . . . . . **3. Polychlamydom**
    - β) Fäden verzweigt.
      - I. Scheiden sehr weit, dick, mehr oder weniger zerfließend, Trichome zu wenigen in einer Scheide (S. 199) . . . . . **4. Dasygloea**
      - II. Scheiden- und Fadenbau anders.
        - 1. Scheiden schleimig; Endzelle meist mit Kalyptra (S. 199) . . . . . **5. Hydrocoleum**
        - 2. Scheiden ziemlich fest; Endzelle ohne Kalyptra.
          - \* Trichome zu mehreren in einer Scheide, Fäden reichlich verzweigt (S. 201) . . . . . **6. Schizothrix**
          - \*\* Trichome zu wenigen, oft auch einzeln in einer Scheide, Fäden spärlich verzweigt (S. 206) . . . . . **7. Porphyrosiphon**
- B. Trichome ohne Scheiden oder einzeln in einer Scheide; Scheiden nach dem Austritt von Hormogonien am Scheitel offen bleibend . . . . . **Tribus II. Lyngbyaceae**
  - a) Trichome (wenigstens teilweise) mit erkennbaren Scheiden.
    - α) Scheiden fest.
      - I. Fäden nicht in Bündeln (S. 207) . . . . . **8. Lyngbya**
      - II. Fäden zu (meist aufrechten) Bündeln vereinigt (S. 210) . . . **9. Symploca**

β) Scheiden mehr oder weniger schleimig<sup>1)</sup>.

- I. Fäden einzeln, anfangs endophytisch in der Scheide anderer Blaualgen lebend (S. 210) . . . . . 10. **Proterendothrix**
- II. Fäden einzeln, freischwimmend (S. 210) . . . . . 11. **Katagnymene**
- III. Fäden zu Lagern vereinigt, mit den Scheiden verklebt.
  - 1. Lager im Meere freischwimmend.
    - \* Fäden in Bündeln (S. 211) . . . . . 12. **Pelagothrix**
    - \*\* Fäden radial ausstrahlend (S. 211) . . . . . 13. **Haliarachne**
  - 2. Lager festsitzend.
    - \* Lager hufförmig (S. 211) . . . . . 14. **Cyanohydnum**
    - \*\* Lager nicht hufförmig, unregelmäßig gestaltet, meist häutig (S. 212) . . . . . 15. **Phormidium**

b) Trichome scheidenlos (unter Umständen in amorpher, dünnflüssiger Gallerte).

- a) Trichome mehr oder weniger gerade, nicht regelmäßig schraubig gewunden.
  - I. Trichome sehr kurz und wenigzellig (S. 213) . . . . . 16. **Borzia**
  - II. Trichome nicht sehr kurz, vielzellig.
    - 1. Trichome zu freischwimmenden Bündeln vereinigt, pelagisch (S. 213) . . . . . 17. **Trichodesmium**
    - 2. Trichome nicht zu freischwimmenden Bündeln vereinigt oder, wenn in Bündeln, dann im Süßwasser (S. 214) . . . . . 18. **Oscillatoria**
- β) Trichome ziemlich regelmäßig halbkreisförmig oder flach schraubig gebogen, sehr kurz und wenigzellig (S. 217) . . . . . 19. **Romeria**
- γ) Trichome regelmäßig und konstant schraubig gebogen, lang<sup>2)</sup>
  - I. Trichome nicht flexibel, mit normaler Bewegung (S. 218) . . . . . 20. **Spirulina**
  - II. Trichome flexibel, Bewegung nach Art der Spirochaeten (S. 220) . . . . . 21. **Glaucospira**

### Tribus I. Vaginarieae

Gomont in Journ. de Bot. IV (1890) 351 ex Gomont in Ann. sc. nat. 7. sér. 15 (1892) 290.

1. **Microcoleus** Desmazières, Catal. Pl. Belg. (1823) 7 ex Gomont, l. c. 15 (1892) 350. — *Vaginarina* S. F. Gray, Nat. Arrang. Brit. Pl. I (1821) 280; Bory in Dict. class. Hist. Nat. I (1821) 594; Taf. VI, Fig. 6 (1831); non Richard in Persoon, Synops. I (1805) 70 = *Fuirena* Rottb., *Cyperac.* — *Chithonoblastus* Kützing, Phyc. gen. (1843) 196. — Fäden unverzweigt oder spärlich verzweigt. Scheiden meist farblos, mehr oder weniger regelmäßig zylindrisch, nicht geschichtet, manchmal im Alter zerfließend. Trichome zu sehr vielen in einer Scheide, dicht gedrängt, oft tauartig gewunden, mit geraden, meist verjüngten Enden; Endzelle meist mehr oder weniger kegelig, selten kopfig, manchmal mit Kalyptra. Scheiden mitunter quergeunzelt (vgl. *Hydrocoleum*).

Ableitung des Namens: μικρός (klein), κόλπος (Scheide).

Leitart: *M. vaginatus* (Vauch.) Gomont in Journ. de Bot. IV (1890) 353 ex Gomont l. c. 355 (= *M. terrestris* Desm. l. c.; *Oscillatoria vaginata* Vauch.; *Vaginarina vulgaris* S. F. Gray; *Vaginarina terrestris* Bory) mit 3,5–7  $\mu$  breiten Trichomen, Endzelle mit Kalyptra, auf feuchter Erde u. dgl., kosmopolitisch.

Die Gattung unterscheidet sich nur graduell von *Sirocoleum* und *Hydrocoleum*; bei untypischer Entwicklung können Verwechslungen unterlaufen. Über 20 Arten, größtenteils im Süßwasser.

**A.** In Salzwasser oder auf Salzboden. — **Aa.** Trichome 2,5–6  $\mu$  breit, Zellen ein- bis zweimallängerals breit, Endzellemäßig kegelig: *M. chthonoplastes* (Fl. Dan.) Thuret ex Gom. auf feuchtem salzigem Boden an den Meeresküsten und im Binnenland, kosmopolitisch;

<sup>1)</sup> Vgl. auch *Polychlamydom.*

<sup>2)</sup> Regelmäßig schraubige Trichome kommen auch bei manchen *Oscillatoria*-Arten (*Terebriiformes*) vor; es handelt sich aber im Gegensatz zu *Spirulina* um kein konstantes Verhalten; meist sind auch die Trichome nicht in ihrer ganzen Länge, sondern nur an den Enden schraubig gebogen.

Fig. 138; die mächtigen, weit ausgebreiteten Lager bilden manchmal an austrocknenden Stellen weißliche, häutige Massen (sog., „Meteorpapier“). — **Ab.** Trichome 1,5–2  $\mu$  breit, Zellen bis viermal länger als breit, Endzelle stark zugespitzt: *M. tenerimus* Gom. an den Meeresküsten und im Binnenland, untergetaucht und auf feuchtem Boden, kosmopolitisch. — Ähnlich *M. Codii* Frémy und *M. Wuitneri* Frémy im Mittelmeer im Thallus von *Codium difforme*.

**B.** Im Süßwasser. — **Ba.** Endzelle kopfig, mit Kalyptra: *M. vaginatus* (vgl. oben). — **Bb.** Endzelle nicht kopfig, ohne Kalyptra. — **Bba.** Trichome bis 3  $\mu$  breit: *M. sociatus* W. et G. S. West in stehendem Wasser und auf feuchter Erde (auch in Schwefelquellen und Thermen?) in Europa, Turkestan, China, Niederl.-Indien. — **Bbb.** Trichome breiter als 3  $\mu$ . — **Bbb1.** Trichome an den Querwänden eingeschnürt. — **Bbb11.** Trichome bis 6  $\mu$  breit: *M. lacustris* (Rabh.) Farlow ex Gom. in stehenden Gewässern in Europa, Nordamerika, Brasilien, Afrika, Niederl.-Indien. — Ähnlich *M. Steenstrupii* Boye-Petersen in Geisern auf Island und im Yellowstone-Park. — **Bbb12.** Trichome 6–10  $\mu$  breit: *M. subtorulosus* (Bréb.) Gom. in fließenden und stehenden Gewässern in Europa, Nordamerika, Ostasien. — **BbbII.** Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt: *M. paludosus* (Kütz.) Gom. in stehenden Gewässern und an feuchten Felsen in Europa, Nordamerika, Afrika. —

**2. Sirocoleum** Kützinger, Spec. Alg. (1849) 259 ex Gomont, l. c. 15 (1892) 347. — Fäden sehr lang, büschelig beisammen, fast dichotom verzweigt. Scheiden fest oder nur wenig zerfließend, farblos, zylindrisch, nicht geschichtet, mit Chlorzinkjod sich nicht blaufärbend. Trichome zu sehr vielen in einer Scheide, oft zu Bündeln vereinigt, mit geraden Enden; Endzelle kegelig, nicht kopfig. Meerespflanzen.

Ableitung des Namens: *σειρα* (Kette) und *κολεος* (Scheide).

Die Gattung unterscheidet sich nur unwesentlich von *Microcoleus* und *Hydrocoleum*.

Leitart: *S. guyanense* Kützinger ex Gom. l. c. Taf. XIV, Fig. 1, 2, mit 4–5,5  $\mu$  breiten Trichomen und quergurzelten Scheiden, auf untergetauchten Steinen an der atlantischen

Fig. 138. *Microcoleus chthonoplastes* Thuret, Habitusbild eines Fadens und stärker vergr. Einzelbild. — Nach Gomont.



Küste Afrikas und Südamerikas. — *S. Kurzii* (Zeller) Gom. mit 7–10  $\mu$  breiten Trichomen, auf Schlamm und untergetauchten Meerespflanzen an den atlantischen Küsten Europas und Afrikas und im Golf von Bengalen. — *S. indicum* Zeller ist nicht identifizierbar und wahrscheinlich überhaupt keine Oscillatoriacee; *S. Jensenii* Weber van Bosse hat Heterocysten und Haare und ist nach Frémy mit *Gardnerula* (*Polythrix*) *corymbosa* identisch.

3. **Polychlamydatum** W. et G. S. West in Journ. of Bot. 35 (1897) 271. — Trichome einzeln oder seltener zu 2–3 in einer dicken, geschichteten Scheide. Innere Scheidenschichten fest und braun, die äußeren farblos und verquollen, oder die inneren und äußeren gleich ausgebildet. Fäden unverzweigt.

Ableitung des Namens: *πολυς* (zahlreich), *χλαμυς* (Hülle).

Leitart: *P. insigne* W. et G. S. West l. c. Taf. 365, Fig. 1, 2, mit 17–22  $\mu$  breiten Trichomen und 67–105  $\mu$  breiten Fäden, auf Wasserpflanzen in einem afrikanischen See (Angola). Fig. 139 B. Die inneren Scheidenschichten sind fest und braun, die äußeren schleimig und farblos; diese Ausbildung ist kein Gattungsmerkmal, sondern findet sich sehr häufig auch bei anderen Hormogonalen.

*P. calcicolum* Kufferath mit 30  $\mu$  breiten Fäden in Kalkkrustationen in einem Wasserfall in Luxemburg und in mäßig warmen Geisern im Yellowstone-Park; die Scheiden enthalten einzelne Trichome (immer?), so daß die Art in dieser Hinsicht aus dem Rahmen der *Vaginarieae* herausfällt. — Eine dritte Art, *P. varium* Ghose auf Baumrinden in Indien, ist unvollständig beschrieben und gehört vielleicht nicht in diese Gattung.

4. **Dasygloea** Thwaites in Engl. Bot. (1848) Tab. 2941 und in Kützing, Sp. Alg. (1849) 272 ex Gomont, l. c. 15 (1892) 346. — Trichome zu wenigen in einer sehr weiten, farblosen oder blaßgelben Scheide, voneinander entfernt liegend. Fäden gewunden, verzweigt, ein Schleimlager bildend. Trichomenden gerade, nicht kopfig.

Ableitung des Namens: *δασος* (rauh), *γλοιος* (Schleim).

Leitart: *D. amorpha* Thwaites ex Gom. l. c. Taf. XIII, Fig. 11, 12 mit 4–6  $\mu$  breiten Trichomen, in Sümpfen in England, Nordamerika, Ceylon. Fig. 140 C. — *D. yellowstonensis* Copeland mit schmäleren Trichomen, auf Erde und Felsen im Dampf eines Geisers im Yellowstone-Park.

Die Gattung steht *Microcoleus* und *Hydrocoleum* sehr nahe und stellt vielleicht nur eine extreme Ausbildungsweise von Arten dieser Gattungen dar.

5. **Hydrocoleum** Kützing, Phyc. gen. (1843) 196 ex Gomont l. c. 15 (1892) 332; häufige Schreibweise *Hydrocoleus* auct. — *Actinocephalus* Kützing, Phyc. gen. (1843) 190. — *Blennothrix* Kützing, Phyc. gen. (1843) 226. — Trichome zu wenigen in schleimigen, im Alter zerfließenden, meist farblosen Scheiden. Fäden mehr oder weniger verzweigt, zu Büscheln oder häutigen Lagern vereinigt. Trichomenden gerade, mehr oder weniger verjüngt und kopfig, Endzelle oft mit Kalyptra.

Ableitung des Namens: *ὕδωρ* (Wasser), *κολεος* (Scheide).

Die Gattung unterscheidet sich von *Microcoleus* und *Schizothrix* nur quantitativ; wenn die Scheiden stark verschleimen, kann Verwechslung mit *Phormidium* unterlaufen.

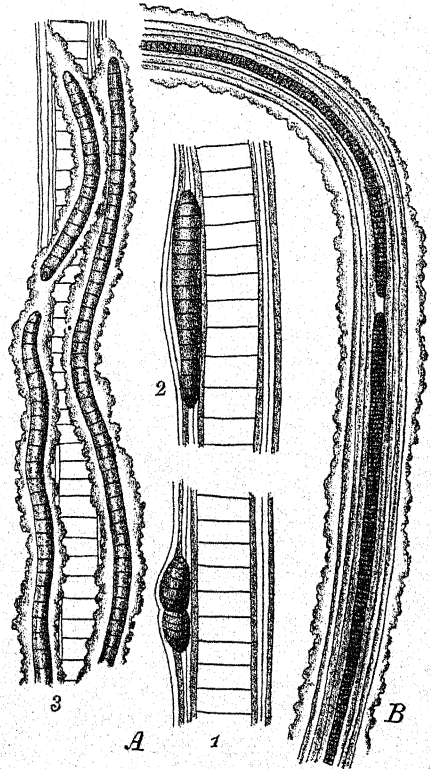


Fig. 139. A *Proterendothrix scoleicoidea* West, 1, 2 junge, 3 ausgewachsene Fäden ( $^{520}/_1$ ); B *Polychlamydatum insigne* West ( $^{120}/_1$ ). — Nach West.



Die Mannigfaltigkeit der Scheidenausbildung zeigt Fig. 141. Im Alter sind die Scheiden manchmal querrunzelig; die nähere Beobachtung zeigt, daß es sich nicht um ringförmige, sondern um flach schraubige Faltungen handelt (Fig. 141, Mitte). Die Trichome sind innerhalb der Scheiden oft frei beweglich.

Zu *Hydrocoleum* gehört vielleicht die Gattung *Oligoclonium* A. Brooker-Klugh mit der Art *O. inaequale* A. Brooker-Klugh (in Contrib. Canad. Biol. 1921), die auf Grund von degenerierten, in turgeszenten Trichome eingeschalteten Trichomstücken aufgestellt wurde, also zu streichen ist.

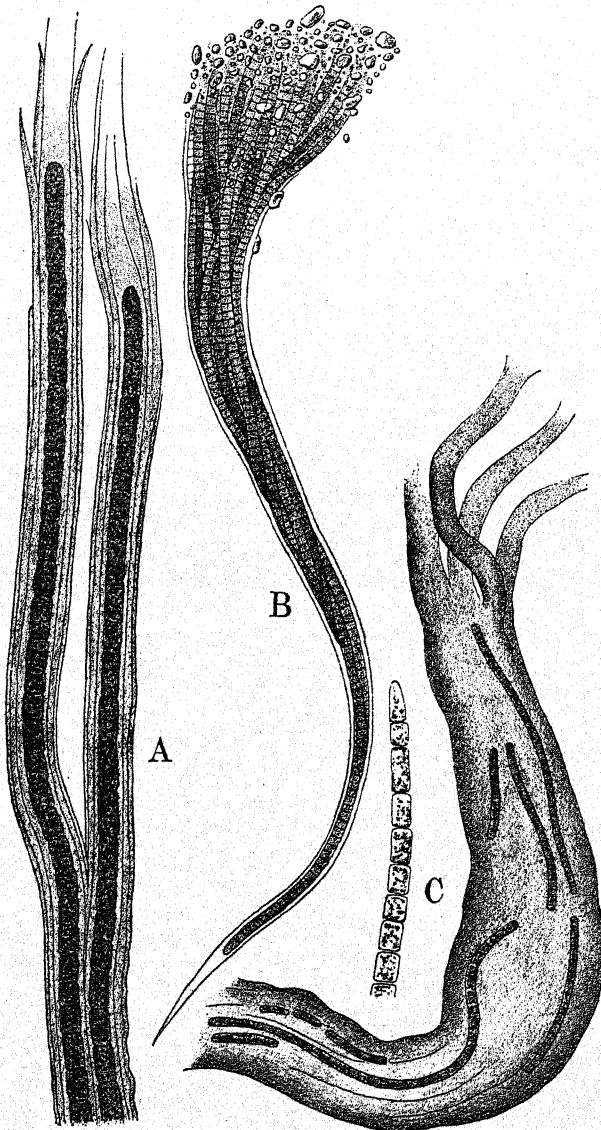


Fig. 140. A *Schizothrix Friesii* (Ag.) Gom. (<sup>595</sup>/<sub>1</sub>); B *Schizothrix fasciculata* (Näg.) Gom. (<sup>595</sup>/<sub>1</sub>); C *Dasygloea amorpha* Thwaites (<sup>36</sup>/<sub>1</sub> und <sup>595</sup>/<sub>1</sub>). — Nach Gomont.

Leitart: *H. homoeotrichum* Kützinger ex Gomont l. c. Taf. XIII, Fig. 7—10, mit 6—8  $\mu$  breiten Trichomen und kurz-kegelförmiger Endzelle mit Kalyptra, in schnellfließenden Gewässern in Europa und Nordamerika. Fig. 142.

Über 20 Arten. **A.** Marin oder in Salzwasser. — **Aa.** Trichome 24—35  $\mu$  breit: *H. Holdenii* Tilden emend. Drouet in Salzseen in Nordamerika. — **Ab.** Trichome meist 17—19  $\mu$  breit: *H. glutinosum* Gom. in der oberen Flutzone auf Felsen, Schlamm oder größeren Algen (Europa, Nordamerika). — **Ac.** Trichome meist 9—11  $\mu$  breit: *H. lyngbyaceum* Kütz. ex Gom. auf Meeresalgen, an Felsen der Meeresküste u. dgl., kosmopolitisch. — **Ad.** *H. coccineum* Gom. mit 5,5—9,5  $\mu$  breiten Trichomen im Thallus von *Codium* (Mittelmeer, Mauritius).

**B.** Im Süßwasser. — **Ba.** Trichome 16—19  $\mu$  breit, Endzelle kaum kopfig: *H. heterotrichum* Kütz. em. Gom. in stehenden und fließenden Gewässern in Europa, Nordamerika und Afrika. — **Bb.** Trichome 8 bis 10  $\mu$  breit, Endzelle deutlich kopfig: *H. Brébissonii* Kütz. ex Gom. mit sehr variabler Ausbildung der Trichomenenden und Scheiden (Fig. 141), in fließenden Gewässern in Europa und Afrika. — **Bc.** Trichome 6 bis 8  $\mu$  breit: *H. homoeotrichum* (s. oben). — Dieser Art ähnlich und vielleicht mit ihr identisch ist *H. oligotrichum* A. Braun ex Gom. mit stark verkalktem Thallus.

6. **Schizothrix** Kützinger, Phyc. gen. (1843) 230 ex Gomont l. c. 15 (1892) 292. — *Inactis* Thuret in Ann. Sci. Nat. 6. sér. I (1875) 375, 379. — Trichome meist zu mehreren, seltener auch einzeln (Sektion *Hypheothrix*) in mäßig weichen bis festen, niemals zerfließenden, dünnen bis dicken Scheiden eingeschlossen, oft jedes Trichom mit einer eigenen Scheide. Scheiden farblos oder (Sektion *Chromosiphon*) gelb, braun, rot oder seltener violett oder blau gefärbt, die (nach dem Austritt von Hormogonien) leeren Enden typisch zugespitzt. Fäden entweder dicht mit-

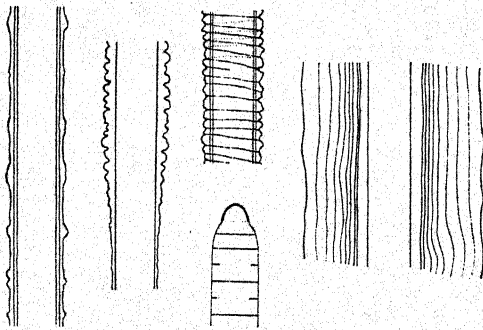


Fig. 141. *Hydrocoleum Brébissonii* Kütz., verschiedene Ausbildung der Scheiden (Längsschichtung und Querschnitt) und Trichomende mit Kalyptra. — Nach Geitler.



Fig. 142. *Hydrocoleum homoeotrichum* Kütz. ( $\frac{390}{1}$ ); nach Gomont.

einander verflochten, zu einem hautartigen Lager verwebt und dann häufig nur ein Trichom enthaltend und spärlich verzweigt (Sektion *Hypheothrix*) oder zu Polstern und Büscheln (Sektion *Inactis*) oder zu aufrechten Bündeln (Sektion *Symplocastrum* und *Chromosiphon*) vereinigt und mehr oder weniger reichlich verzweigt. Lager meist fest-sitzend, nur selten freischwimmend.

Ableitung des Namens von  $\sigma\chi\iota\lambda\epsilon\omega$  (spalten) und  $\theta\epsilon\iota\varsigma$  (Haar).

Die typischen Vertreter sind deutlich polarisierte festsitzende Pflanzen, die manche Scytonemataceen nachahmen; dementsprechend findet sich auch Spitzenwachstum. Die Scheiden können, wie bei Scytonemataceen, aus Trichterstückchen aufgebaut sein (Fig. 143).

Habituell bezeichnend ist die meist geringe Trichombreite und die meist langzylindrische Zellform.

Die Sektionen (Gomonts Untergattungen) werden von manchen Autoren auch als eigene Gattungen aufgefaßt (so von Kirchner in E. P. 1. Aufl.), während die meisten Bearbeiter der Auffassung Gomonts folgen. Beide Ansichten lassen sich vertreten, da

einerseits enge Beziehungen zwischen den Sektionen bestehen, andererseits bestimmte Vertreter einzelner Sektionen sich anderen Gattungen nähern. So kommen besonders manche Arten der Sektion *Hyphothrix* *Lyngbya*-Arten sehr nahe, manche *Symplocastrum*-Arten können mit *Symplococystis*-Arten verwechselt werden. Dies hängt damit zusammen, daß die Anzahl der Trichome in einer Scheide bis auf eins sinken kann und die Beschaffenheit der Scheiden von schleimig bis fest schwankt. Wie bei den Oscillatoriaceen überhaupt zeigt sich auch in diesem Fall, daß die Unterscheidungsmerkmale der Gattungen letzten Endes quantitativer Natur sind und daß fließende Übergänge vorhanden sind.

Die Einteilung in die vier Sektionen ist künstlich, stellt aber einen praktischen Behelf dar (vgl. die unten folgende Übersicht). Am meisten gilt dies für die Sektion *Chromosiphon*, die durch gefärbte Scheiden charakterisiert ist. Wie allgemein ist dieses Merkmal von keiner wesentlichen Bedeutung. Bemerkenswert ist das Auftreten roter und violetter bis blauer Scheidenfärbungen; violette und blaue Färbungen finden sich sonst nur bei *Gloeocapsa* und verwandten Gattungen, rote Töne außerdem noch bei *Porphyrosiphon* und einigen *Lyngbya*-Arten, die aber mit *Schizothrix* wohl eng verwandt sind. Der Zusammenschluß der aufrechten Fäden, wie er für *Symplocastrum* bezeichnend ist, stellt sich nicht nur bei der ähnlichen *Symplococystis*, sondern auch bei vielen anderen Hormogonien ein, wenn sie aërophytisch wachsen.

Nach dem Gesagten ist für eine sichere Bestimmung nicht ganz typischer Vertreter die eingehende Kenntnis der Variabilität und damit ein größeres Material nötig; bei beschränktem Material muß sie in manchen Fällen unsicher bleiben, ja unter Umständen bleibt es dem Untersucher anheimgestellt, ob er eine neue Art als *Sch.* oder als *Lyngbya* oder als *Symplococystis* auffaßt. Dies liegt in der Natur der Sache: es kommen eben alle Übergänge vor. Die Zusammenziehung aller dieser Gattungen könnte nur eine scheinbare Vereinfachung mit sich bringen; in Wirklichkeit wäre die Schwierigkeit der Gattungsbestimmung auf die Bestimmung der Sektionen oder der Arten verschoben.

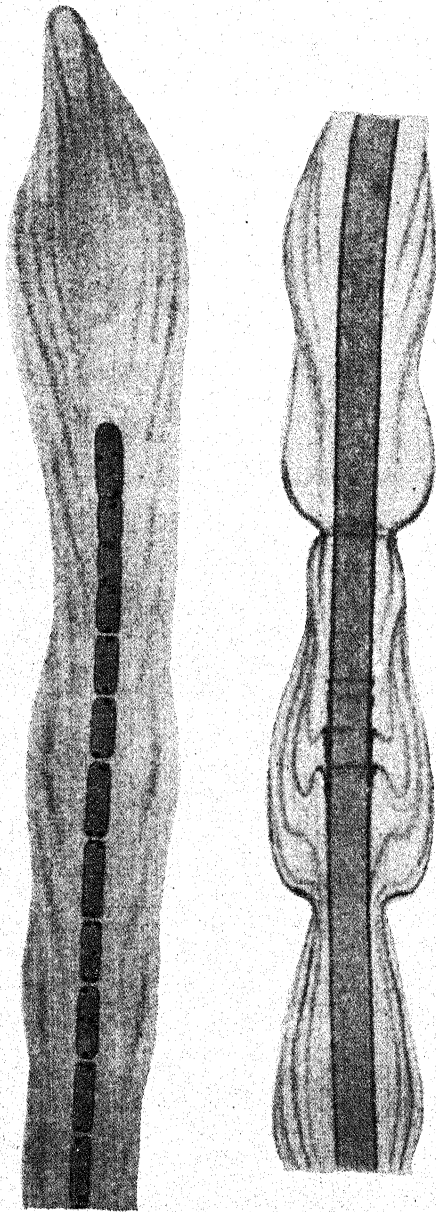


Fig. 143. *Schizothrix fuscescens* Kütz., *Scytonema*-artige Ausbildung der Scheide. — Nach Geitler und Ruttner.

Unter diesen Umständen kann der Gattung *Lyngbyopsis*, die Gardner (in Mem. New York Bot. Gard. 7, 1927, 54) mit der Art *L. Willei* aufgestellt hat, kaum Daseinsberechtigung zugesprochen werden. Die Diagnose lautet: Fäden liegend, ein bis mehrere Trichome enthaltend, deren jedes eine eigene Scheide besitzt. Scheinverzweigungen nach zwei Richtungen parallel zur Längsachse auswachsend. Scheiden fest, häutig. — Alle diese Merkmale finden sich auch bei bekannten *Sch.*-Arten.

Die etwa 70 Arten — von welchen mehrere noch sehr ungenügend bekannt sind — sind typische Süßwasserbewohner, wenn auch einzelne manchmal in Meeresnähe wachsen und Salzwasser vorübergehend ertragen. Die Arten leben im übrigen teils submers — manche bilden in der Uferzone der Seen auffallende Massenvegetationen an Steinen usw., in der Wellenschlagszone und in Bächen nehmen die Lager die auch sonst üblichen glatt polsterförmigen oder büschelig flutenden Gestalten an —, teils an Felsen u. dgl. Viele Arten scheiden Kalk aus und bewirken bei massenweisem Vorkommen Kalkfällungen im großen Maßstab, so auch im Litoral vieler Alpenseen; einzelne leben endolithisch in Kalksteinen und weichen infolge dieser Lebensweise habituell von anderen Arten stark ab. Auf der Korrosion von *Schizothrix*-Arten soll die Bildung der sog. „Furchensteine“ in Alpenseen beruhen. Angeblich intrazellulär in der Rotalge *Rhodymenia* lebt *Sch.* (?) *endophytica* Weber van Bosse (in Vidensk. Meddel. Dansk naturh. Foren. 81, 1926, 67); doch konnte Genaueres nicht in Erfahrung gebracht werden, da nur konserviertes Material untersucht wurde. *Sch. thermophila* Copeland kommt in Geisern des Yellowstone-Parks vor.

### Übersicht über die Sektionen

#### A. Fäden zu (meist aufrechten) Bündeln vereinigt.

- a) Scheiden ungefärbt . . . . . Sekt. I. *Symplocastrum*
- b) Scheiden gefärbt . . . . . Sekt. IV. *Chromosiphon*

#### B. Fäden nicht zu Bündeln vereinigt.

- a) Fäden wenig verzweigt, meist dicht verflochten, ein hautartiges Lager bildend, oft nur ein einziges Trichom enthaltend; manchmal endolithisch; Scheiden relativ dünn, kaum verschleimend, farblos . . . . . Sekt. II. *Hyphothrix*
- b) Fäden polsterförmige bis halbkugelige, oft gezonte und verkalkte Lager bildend, in welchen die Fäden wie bei Rivulariaceen parallel oder radiär stehen, oder zu büschelig flutenden Lagern vereinigt oder einzeln zwischen anderen Algen; Scheiden ungefärbt oder im Fall halbkugeliges Lager manchmal gelb bis braun gefärbt  
Sekt. III. *Inactis*
- c) Fäden einzeln oder zu rasenförmigen, manchmal büscheligen und flutenden oder formlosen, aber nicht halbkugeligen Lagern vereinigt; Scheiden gelb, braun, rot, violett oder blau bis schwarz gefärbt . . . . . Sekt. IV. *Chromosiphon*

Leitart: *Sch. fuscescens* Kützing l. c. ex Gomont l. c. Taf. XI, Fig. 4—6 (Sektion *Chromosiphon*) mit 2—3  $\mu$  breiten Trichomen, lang zylindrischen Zellen und goldgelben bis braunen Scheiden, in Mooren und Sümpfen, festsitzend oder freischwimmend, auch an feuchten Felsen, in Europa, Afrika, Niederl.-Indien und Australien. Die Scheiden zeigen sehr verschiedene Ausbildungsweisen, sind manchmal deutlich wie bei *Scytonema* trichterig geschichtet, oft sind nur die inneren, festeren Schichten gefärbt (Fig. 143). Kommt typisch in saurem Moorwasser vor, wurde in Sumatra in kalkreichem, alkalischem Wasser gefunden (besondere Form?).

Sektion I. *Symplocastrum* (Gomont) Lemmermann in Kryptogamenfl. Mark Brandenburg 3 (1910) 146; Gomont, Monogr. Oscill., in Ann. Sci. Nat. 7. sér. XV (1892) 296 als Untergattung. — *Schizothrix* subgen. *Symphyosiphon* Gomont in Journ. de Bot. IV (1890) 352 pro parte. — *Symplocastrum* (Gomont) Kirchner in E. P. I. Aufl. I. 1a (1898) 69. — A. Trichome 3—6  $\mu$  breit, Endzelle stumpf kegelig: *Sch. Friesii* (Ag.) Gomont (= *Sch. Purcellii* W. R. Taylor sec. Drouet, = *Symplocastrum Brittoniae* Gardner sec. Drouet) bildet auf feuchter Erde, auf Baumstrünken u. dgl. schwarzgrüne Lager; die aufrechten Bündel werden mehrere Millimeter hoch, das Lager ist mit freiem Auge deutlich zu erkennen, kann aber bei flüchtiger Betrachtung mit *Symploca muscorum* verwechselt

werden, zumal in den aufrechten Fäden je Scheide nur ein Trichom entwickelt ist (in den niederliegenden basalen Fäden enthalten die Scheiden meist zwei oder drei Trichome); die Alge besitzt kosmopolitische Verbreitung. Fig. 140 A. —

**B.** Trichome 1,9 bis 2,3  $\mu$  breit, Endzelle abgerundet: *Sch. cuspidata* W. et G. S. West auf feuchter Erde, zwischen Moosen an Felsen usw. in England, auf den Antillen, in Nordamerika und Äquatorialafrika.



Fig. 144. Links: *Schizothrix telephoroides* (Mont.) Gom.; rechts: *Sch. calcicola* (Ag.) Gom. (verschiedene Vergrößerungen). — Nach Gomont.

Sektion II. *Hypheothrix* (Kütz.) Lemmermann in Kryptogamenfl. Mark Brandenburg 3 (1910) 146; Gomont in Journ. de Bot. IV (1890) 352 und in Ann. Sci. Nat. 7. sér. XV (1892) 295 als Unter-gattung. — *Hypheothrix* Kütz., Phyc. gen. (1843) 229 pro parte (quoad *H. Confervae* Kütz.); Spec. Alg. (1849) 266 pro parte; Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 67. — **A.** Thallus endolithisch, Fäden 1,5–1,8  $\mu$  breit, größtenteils unverzweigt und nur ein Trichom enthaltend, in der oberflächlichen Schicht von Kalksteinen und auch in den Schalen von *Dreissensia polymorpha* ein dicht verworrenes Geflecht bildend: *Sch. perforans* Geitler (= *Sch. coriacea* var. *endolithica* Ercegović) an feuchten Felsen, in Bächen und Seen in Mitteleuropa, wahrscheinlich weit verbreitet und bisher verkannt oder übersehen. Die Alge besiedelt in der Regel die Flanken und Unterseiten von im Wasser liegenden Kalksteinen und bildet charakteristisch weißgrün gefärbte Flecke (vgl. die farbigen Bilder bei Geitler in Biol. Generalis 3, 1927). Die Trichomenden wachsen manchmal aus den Scheiden aus; Fragmente können also mit *Oscillatoria* verwechselt werden.

**B.** Thallus nicht endolithisch (aber manchmal verkalkt). — **Ba.** Trichome 0,6–0,8  $\mu$  breit: *Sch. delicatissima* W. et G. S. West auf feuchter Erde in Europa, Afrika, Ceylon, Niederl.-Indien. — **Bb.** Trichome breiter. — **Bb<sub>a</sub>**. Thallus leicht mit Kalk inkrustiert: *Sch. coriacea*

(Kütz.) Gomont und *Sch. lateritia* (Kütz.) Gomont bilden an feuchten Felsen und Mauern weitausgebreitete lederartige, schmutzigrüne, fleischrote oder rosafarbene (Karotinbildung!), oft sehr auffallende Lager; wahrscheinlich kosmopolitisch. — **Bb<sub>β</sub>**. Thallus nicht mit Kalk inkrustiert. — **Bb<sub>β</sub>l.** Endzelle kegelig: *Sch. arenaria* (Berkeley)

Gomont auf feuchter Erde usw., wahrscheinlich kosmopolitisch. — **Bb**  $\beta$  II. Endzelle abgerundet: *Sch. calcicola* (Ag.) Gomont bildet lederig fleischige, meist dunkelgrüne Lager an feuchten Felsen, an Wänden von Warmhäusern u. dgl., wohl kosmopolitisch; Fig. 144; nach Skuja auch endolithisch. — Ähnlich *Sch. lardacea* (Cesati) Gomont auf feuchter Erde usw., auch in Salzwasser, kosmopolitisch.

Sektion III. *Inactis* (Kützing) Lemmermann in Kryptogamenfl. Mark Brandenburg 3 (1910) 145; Gomont in Journ. de Bot. IV (1890) 294 und in Ann. Sci. Nat. 7. sér. XV (1892) 297 als Untergattung. — *Inactis* Kützing, Phyc. gen. (1843) 202. — *Inomeria* Kützing, Phyc. germ. (1845) 191. — **A**. Thallus krustig-polsterförmig bis halbkugelig. — **Aa**. Thallus stark mit Kalk inkrustiert: *Sch. fasciculata* (Näg.) Gomont mit reich verzweigten Fäden, in Bächen und in der Wellenschlagszone von Seen in Europa, Nordamerika und Brasilien (Fig. 140 B); ähnlich *Sch. vaginata* (Näg.) Gomont mit manchmal auch unverkalktem Lager an gleichen Standorten, manchmal auch in Salzwasser, in Europa, Afrika, Ozeanien, Indien, Niederl.-Indien. — **Ab**. Thallus nicht oder wenig verkalkt: *Sch. lacustris* A. Braun ex Gomont bildet weichschwammige Lager auf Ufersteinen in Seen, an überrieselten Felsen usw.; wahrscheinlich kosmopolitisch. Die Art ist oft zusammen mit *Sch. vaginata* u. a. ein charakteristischer Bestandteil der Litoralzone von Seen, wo sie weithin die unterhalb der Niederwasserzone liegenden Steine überzieht (vgl. z. B. V. Brehm und F. Ruttner in Int. Rev. Ges. Hydrob. und Hydrogr. 16, 1926). Nach Chodat sind einige dieser Arten an der Bildung der sog. Furchensteine beteiligt.

**B**. Thallus aus flutenden Büscheln bestehend. — **Ba**. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2,7–5  $\mu$  breit: *Sch. penicillata* (Kütz.) Gomont in fließenden Gewässern, auch in Wasserfällen, angeblich auch in Thermen; wahrscheinlich kosmopolitisch; die Lager zeigen ein sattes Schwarzgrün und können makroskopisch auffallend werden; die Fäden sind wenig verzweigt und enthalten in den Enden meist nur ein Trichom. — **Bb**. Trichome an den Querwänden eingeschnürt, 1,4–2,4  $\mu$  breit: *Sch. tinctoria* Gomont in schnellfließenden Gewässern, im Spritzwasser von Wasserfällen usw. in Europa; die Trichome und daher auch die ganzen Lager sind bei guter Entwicklung lebhaft violett gefärbt, bei Nahrungsmangel treten orangefarbene Farbentöne auf.

Sektion IV. *Chromosiphon* (Gomont) Lemmermann in Kryptogamenfl. Mark Brandenburg 3 (1910) 146; Gomont in Journ. de Bot. IV (1890) 352 und in Ann. Sci. Nat. 7. sér. XV (1892) 296 als Untergattung. — *Schizodictyon* Kützing, Phyc. gen. (1843) 230. — **A**. Scheiden rot, purpurn oder rosa<sup>1)</sup>. — **Aa**. Zellen quadratisch oder kürzer als breit: *Sch. purpurascens* (Kütz.) Gomont (= *Hydrocoleum rufescens* Gardner sec. Drouet) auf Erde in Europa, Nord- und Südamerika, Afrika und Neuseeland. — **Ab**. Zellen länger als breit (abgesehen von Spitzenmeristemen). — **Ab** $\alpha$ . Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt: *Sch. natans* W. et G. S. West zwischen Wasserpflanzen und anderen Algen in Sümpfen Afrikas und in Mooren auf Sumatra, anscheinend typisch in saurem Wasser. — **Ab** $\beta$ . Zellen an den Querwänden eingeschnürt: *Sch. telephoroides* (Montagne) Gomont auf feuchter Erde in Siam, Sumatra, Ceylon, Angola, Brasilien und den Antillen, offenbar nur tropisch verbreitet; Fig. 144. Die durch ihre prachtvoll rote oder orangefarbene Färbung auffallenden Fäden schließen zu Bündeln zusammen, die bis 1 cm lang werden; die Scheidenfärbung ist in Abhängigkeit vom Licht oft nur einseitig entwickelt. — *Sch. Arnotti* Frémy mit 20–35  $\mu$  breiten Trichomen — innerhalb der Gattung *Sch.* durch ihre Größe einzig dastehend — wäre wohl besser zu *Porphysiphon* zu stellen; auf feuchter Erde in Ostindien.

**B**. Scheiden violett oder blau bis schwärzlich. — **Ba**. Zellen quadratisch oder kürzer als breit, 7,5–8,5  $\mu$  breit: *Sch. chalybea* (Kütz.) Gomont auf Erde in Mexiko. — **Bb**. Zellen länger als breit, 1,7  $\mu$  breit: *Sch. Braunii* Gomont auf Steinen am Ufer von Seen, an feuchten Felsen usw. in Europa, Algerien und Alaska; var. *longearticulata* Geitl. an Kalkfelsen in den Alpen, bildet *Hypheothrix*-artige Lager. — *Sch. Heufferi* Grunow ex Gomont an Kalkfelsen in den Alpen und in Island, hat etwas breitere Trichome; var. *incructans* Ercegović an Kalkfelsen in Kroatien, ist *Hypheothrix*-artig ausgebildet; hierher vielleicht

<sup>1)</sup> Die Färbung ist, wie auch bei anderen Hormogonien, oft auf die inneren Scheidenschichten beschränkt und zeigt deutliche Abhängigkeit von der Belichtung.



auch *Sch. nigrovaginata* (Hansg.) Geitl. (= *Hypheothrix nigrovaginata* Hansg.) an Kalkfelsen in Böhmen. Die Arten der Gruppe B bedürfen noch eingehender Untersuchung.

**C.** Scheiden gelb bis braun. — **Ca.** Zellen quadratisch oder kürzer als breit: *Sch. Muelleri* Nägeli ex Gomont auf Erde, manchmal auch überflutet, in Europa, Nordamerika,

Ceylon; bildet manchmal nur ein Trichom in einer engen, festen Scheide und sieht dann wie eine *Lyngbya* aus. — **Cb.** Zellen quadratisch oder länger als breit. — **Cba.** Trichome 2–3  $\mu$  breit: *Sch. fuscescens* Kützing ex Gomont (vgl. oben). — **Cb $\beta$ .** Trichome 3–5  $\mu$  breit: *Sch. Lamyi* Gomont in Mooren und auf feuchter Erde in Europa, Afrika, Siam, Sumatra, Neuseeland. — Ähnlich *Sch. lutea* Frémy mit längeren Zellen in — wahrscheinlich sauren — Sümpfen in Äquatorialafrika und in Hochmooren in Sumatra.

**7. Porphyrosiphon** Kützing, Tab. phyc. II (1850) 7, Taf. 27; Fig. 1 ex Gomont l. c. 15 (1892) 331. — Trichome einzeln oder stielweise auch zu zweien in einer festen, geschichteten, roten oder rotbraunen, im Alter an den offenen Enden zerfaserten Scheide; Fäden in der Jugend an den Enden verjüngt, mit geschlossener Scheide, mehr oder weniger verschlungen, zu einem ausgebreiteten Lager vereinigt, spärlich scheinverzweigt.

Ableitung des Namens von *πορφύρα* (Purpurfarbe) und *σίφων* (Schlauch).

Die Diagnose wurde nach den Beobachtungen P. Frémys (Myx. d'Afrique, in Arch. de Bot. 3, 1929, 120) und F. Drouets (in Amer. J. Bot. 24, 1937, 602) dahin vervollständigt, daß die bisher nicht beachtete Verzweigung und die Tatsache, daß die Scheiden mehr als ein Trichom enthalten können, als typisch angesehen werden. Hierdurch wird die Annäherung der Gattung an *Schizothrix*-Arten mit roten Scheiden noch größer als sie bisher war.

Fig. 145. *Porphyrosiphon Notarisii* Kütz., Fadenende und mittlerer Abschnitt eines Fadens; die inneren Scheidenschichten sind lebhaft rotbraun gefärbt. — Nach Geitler.

Leitart: *P. Notarisii* (Menegh.) Kützing ex Gomont l. c. Taf. XII, Fig. 1, 2 (= *Scytonema Notarisii* Menegh.; = *Scytonema Kaernbachii* Hennings = *P. Kaernbachii* (Hennings) De-Toni sec. Drouet l. c., = *P. robustus* Gardner sec. Drouet l. c.) mit bis 25  $\mu$  breiten Trichomen, die Fäden zu einem filzigen Lager vereinigt, auf feuchter Erde, auf Baumstümpfen, auf Steinen am Ufer von Seen in heißen oder temperierten Gebieten in Europa, Afrika, Indien, Niederl.-Indien, Neu-Guinea, Nord- und Südamerika, Neukale-



donien; Fig. 145. — Die Struktur und Farbe der Scheiden ist starken Schwankungen unterworfen (vgl. Gomont l. c.).

Eine zweite Art, *P. fuscus* Gomont ex Frémy, besitzt viel schmalere Fäden und Trichome; bisher nur einmal in Cochinchina gefunden.

## Tribus II. Lyngbyeae

Kützing, Phyc. gen. (1843) 179 emend. Gomont in Journ. de Bot. IV (1890) 353 ex Gomont in Ann. Sci. Nat. 7. sér. XVI (1892) 91; XV (1892) 290.

8. **Lyngbya** C. Agardh, Syst. Alg. (1824) Nr. 27, XXV ex Gomont l. c. 16 (1892) 118. — *Siphoderma* Kützing, Phyc. gen. (1843) 220. — Trichome einzeln in dünnen oder mäßig dicken, engen, festen, farblosen oder gelben bis braunen, selten roten Scheiden<sup>1)</sup>. Fäden mehr oder weniger gerade und freischwimmend oder ohne besondere Regel festgeheftet (Sektion *Eulyngbya*), oder schraubig gewunden (Sektion *Spirocoleus*), oder an der Basis festgeheftet (Sektion *Heteroleibleinia*), oder mit der Mitte bzw. der ganzen Länge nach festgeheftet und mit freien Enden (Sektion *Leibleinia*), einzeln oder zu verschiedenartigen Lagern vereinigt.

Nach dem dänischen Algenkenner H. C. Lyngbye benannt.

Die Unterscheidungsmerkmale gegenüber *Phormidium* und *Symploca* sind an sich geringfügig, so daß in manchen Fällen Verwechslungen vorkommen können. Sehr spärlich verzweigte *Plectonema*-Arten können ebenfalls für *Lyngbya* gehalten werden.

Die Gliederung in die Sektionen kommt dem praktischen Bedürfnis nach Übersichtlichkeit entgegen. Die Arten der Sektion *Heteroleibleinia* unterscheiden sich von allen anderen dadurch, daß die Fäden insofern deutlich polarisiert sind, als sie mit einem Ende festsitzen, während das freie andere Ende Hormogonien abgibt. Eine auffallende morphologische Differenzierung zwischen Spitze und Basis ist aber nicht vorhanden, es sind also die Fäden gegen den Scheitel zu nicht oder kaum verjüngt und bilden kein Haar; hierdurch sind die *Heteroleibleinia*-Fäden von heterocystenlosen Rivulariaceen (*Homoeothrix*) verschieden. In der Praxis ist die Unterscheidung allerdings oft schwierig, da z. B. die Fäden von *Homoeothrix varians* nach Abwurf der Haare sehr ähnlich wie manche Lyngbyen aussehen.

Die Arten der Sektion *Spirocoleus* ahmen die Organisation von *Spirulina* nach; das Unterscheidungsmerkmal liegt in dem Besitz bzw. dem Fehlen einer Membranscheide; meist sind auch bei *Spirocoleus* die Windungen weniger regelmäßig und lockerer als bei *Spirulina*.

Kirchner (in E. P. I. Aufl. I 1a, 67) unterscheidet auch eine Sektion *Gyrosiphon* Hieronymus, in welcher er jene Epiphyten zusammenfaßt, deren Fäden andere Fadenalgen umwinden. Dieses Verhalten ist aber vielfach zufälliger Natur und kann zumindest nicht als Gruppenmerkmal verwendet werden.

Die Artensystematik ist wie im Fall von *Oscillatoria*, *Phormidium* u. a. noch sehr unvollkommen, da die morphologische Differenziertheit gering ist. Doch ist es sicher, daß vielfach geringfügige Merkmale konstant sind, daß also ähnliche Formen nicht einfach als Modifikationen angesehen werden können. Bestimmte allgemeingültige Kriterien, ob eine Form als Art oder Varietät aufgefaßt werden muß, sind nicht vorhanden. Die Anzahl der bekannten Arten beträgt gegen 100. Eine einigermaßen sichere Bestimmung ohne Zuziehung ausführlicher Diagnosen und Abbildungen ist ausgeschlossen; die folgende Übersicht kann also nur ein ungefähres Bild geben, aber nicht zur genauen Bestimmung verwendet werden.

Das Vorkommen der Arten ist, wie es bei einer so reich gegliederten Blaualgengattung selbstverständlich ist, sehr mannigfaltig; es gibt Besiedler aller Biotope — wobei allerdings Süßwasserbewohner vorherrschen — und zahlreiche kosmopolitische Arten.

Leitart: *L. confervoides* Ag. ex Gomont l. c. Taf. III, Fig. 5, 6, Sektion *Eulyngbya*, mit 9–25  $\mu$ , meist 10–16  $\mu$  breiten Trichomen, bildet bis 5 cm hohe, ausgebreitete Rasen

<sup>1)</sup> *L. Kashyapii* Ghose in Journ. Linn. Soc. Bot. 46 (1924) 339, Taf. 31, Fig. 5, hat angeblich dunkelblaue bis purpurn gefärbte Scheiden; die Art ist aber unvollkommen beschrieben und wahrscheinlich keine *L.*

in der Flutzone an den Meeresküsten der ganzen Welt; die starke Variation der Trichombreite deutet an, daß es sich um eine Sammelart handelt.

### Übersicht über die Sektionen

- A. Fäden mit der Basis angeheftet, aufrecht abstehend; manchmal am freien Ende leicht verjüngt. . . . . Sektion I. *Heteroleibleinia*
- B. Fäden epiphytisch und zwar der ganzen Länge nach oder nur in der Mitte angeheftet, manchmal Fadenalgen schraubig umwindend . . . . . Sektion II. *Leibleinia*
- C. Fäden frei oder mehr „zufällig“ feststehend, mehr oder weniger gerade  
Sektion III. *Eulyngbya*
- D. Fäden frei, regelmäßig schraubig gebogen, manchmal an einzelnen Stellen auch gerade  
Sektion IV. *Spirocoleus*

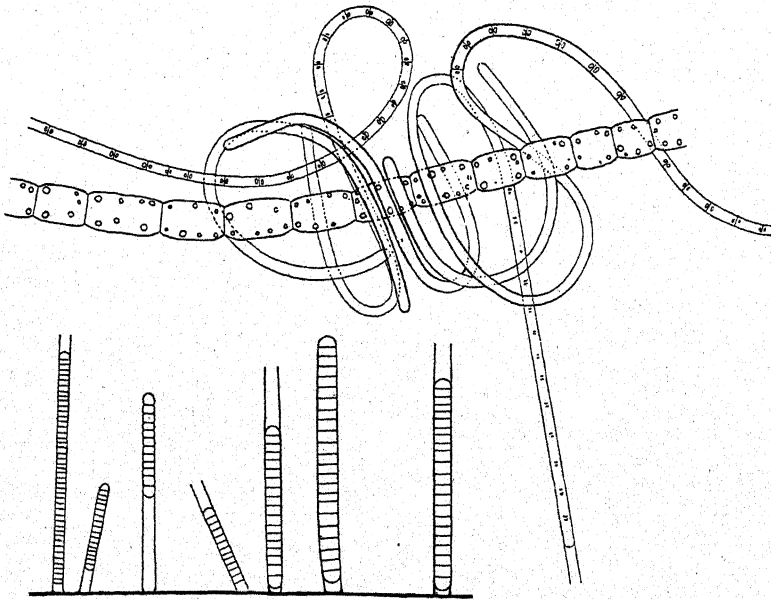


Fig. 146. Oben: *Lyngbya Lagerheimii* (Möb.) Gom. im Lager von *Nostoc spongiaeforme*, um ein Trichom desselben gewunden; unten: *Lyngbya Kuetzingii* Schmidle (die drei Fäden rechts) und var. *minor* Gardner (die vier Fäden links, einer in Hormogonienbildung). — Nach Geitler und Ruttner.

Sektion I. *Heteroleibleinia* Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV (1932) 1035. — *Lyngbya* sect. *Leibleinia* Hansgirg, Prodrum. Alg. Fl. Böhmen 2 (1892) 83; non Gomont l. c. — A. Fäden schmaler als  $2\ \mu$ : *L. purpurascens* Hansg.<sup>1)</sup> emend. Geitler bildet Rasen aufrechter, kurzer, steifer Fäden von purpurn- bis bräunlichvioletter Farbe in schnellfließenden Gewässern in Europa und Niederl.-Indien; wahrscheinlich weiter verbreitet und oft übersehen; ist *Homoeothrix varians* sehr ähnlich (vielleicht ein Entwicklungsstadium derselben?). Mehrere ähnliche Arten von gleichem Habitus bilden krustige Überzüge in kalten Bächen der Alpen. — B. Fäden breiter: *L. Kuetzingii* Schmidle mit mehreren Varietäten in stehendem Wasser, oft auf Fadenalgen, wahrscheinlich kosmopolitisch; Fig. 146. Mehrere ähnliche Arten meist in Bächen, schlecht bekannt, oft übersehen.

<sup>1)</sup> Mit Ausschluß der Synonyme. — *Leptothrix purpurascens* Kützing ist *Phormidium purpurascens* (Kützing) Gomont; vgl. Geitler in Rabenh. Kryptogamenfl. XIV (1932) 1009, 1035. — J. Mattfeld.

Sektion II. *Leibleinia* Gomont in Journ. de Bot. IV (1890) 354 ex Gomont l. c. 122 als Untergattung. — *Leibleinia* Kützinger, Phyc. gen. (1843) 221 pro parte; non *Leiblinia* Endl. Gen. pl. (1836) 5 (= *Leibleinia* Menegh., Cenni Algh. 1838, 31) = *Calothrix* Ag. 1824. — **A.** Fäden andere Fadenalgen umwindend: *L. epiphytica* Hieronymus mit 1,5–2  $\mu$  breiten Fäden, meist im Süßwasser, manchmal auch in Salzwasser, wohl kosmopolitisch; vielleicht eine Sammelart; ähnlich *L. calotrichicola* Copeland in Geisern im Yellowstone-Park<sup>1)</sup>. — **B.** Fäden nicht andere Algen umwindend. — **Ba.** Fäden 14–31  $\mu$  breit: *L. sordida* Gomont an den atlantischen Küsten Europas, in der Adria und im Mittelmeer, Algier, Mauritius, Freundschaftsinseln, Antillen. — **Bb.** Fäden 8–11  $\mu$  breit: *L. baculum* Gomont an der französischen Küste bei Biarritz.

Sektion III. *Eulyngbya* Gomont, l. c. 127 als Untergattung. — **A.** In Salzwasser, ausnahmsweise, so in den Tropen, auch in Süßwasser. — **Aa.** Trichome bis 60  $\mu$ , seltener bis 80  $\mu$  breit: *L. maiuscula* Harvey ex Gomont mit sehr kurzen Zellen, an den Meeresküsten und in stehendem Wasser, kosmopolitisch (Fig. 135<sup>2)</sup>); kann mit *Plectonema Wollei* verwechselt werden! — *L. confervoides* C. Agardh ex Gomont hat bis 16  $\mu$  oder seltener bis 25  $\mu$  breite Trichome und lebt ebenfalls kosmopolitisch an den Meeresküsten. — *L. aestuarii* Lieb. ex Gomont mit Trichomen von der gleichen Größe wie *L. confervoides*, unterscheidet sich von dieser durch die gelb bis braun gefärbten Scheiden; kosmopolitisch, öfters auch im Süßwasser. — Die drei Arten treten in einer größeren Zahl von Formen auf und sind wohl als Sammelarten zu betrachten. — **Ab.** Trichome 5–12  $\mu$  breit: *L. semiplena* J. Agardh ex Gomont mit leicht kopfig-kegeliger Endzelle, in der Gezeitenzone, kosmopolitisch; *L. Martensiana* Meneghini ex Gomont mit abgerundeter, nicht kopfiger Endzelle, wahrscheinlich kosmopolitisch, in stehenden und fließenden Gewässern, auch in Thermen, seltener in Salzwasser.

**B.** Süßwasserbewohner<sup>3)</sup>. — **Ba.** Trichome 1–1,5  $\mu$  breit, meist einzeln freischwimmend: *L. limnetica* Lemmermann, kosmopolitischer Planktont, manchmal auch in Thermen. — **Bb.** Trichome 0,9  $\mu$  breit, Scheiden durch Eiseneinlagerung braun: *L. ochracea* Thuret ex Gomont, kosmopolitisch in eisenhaltigen Gewässern (Wiesengräben usw.); von manchen Autoren wird die Alge für identisch mit der Eisenbakteriacee *Leptothrix ochracea* gehalten. — Ähnlich *L. ferruginea* G. S. West in eisenhaltigem Wasser in Dominica. — **Bc.** Trichome schmaler als 1  $\mu$ , in der Gallerte anderer Algen. — **Bca.** Trichome 0,5  $\mu$  breit, an den Querwänden granuliert: *L. mucicola* Lemmermann in Europa, Zentralafrika, Laysan (Pazif. Ozean), Sumatra, wohl kosmopolitisch und oft übersehen. — **Bcb.** Trichome 0,75–0,8  $\mu$  breit, an den Querwänden nicht granuliert: *L. rivulariarum* Gomont in Europa, Afrika, Java, Nordamerika, Hawaii, wohl kosmopolitisch. — **Bd.** Trichome breiter. — **Bda.** Trichome 4–6  $\mu$  breit, Endzelle flach kegelig, mit leicht verdickter Außenwand: *L. aerugineo-coerulea* (Kützinger) Gomont in stehenden und fließenden Gewässern, oft auf faulenden Pflanzenresten, kosmopolitisch. — **Bdb.** Trichome 7,5–13  $\mu$  breit, an den Querwänden eingeschnürt, Endzelle abgerundet: *L. putealis* Montagne ex Gomont, kosmopolitisch in fließenden und stehenden Gewässern, bildet oft mächtige Büschel. — Im Unterschied zu allen anderen Arten haben *L. ceylanica* Wille (auf feuchter Erde und in stehenden Gewässern in Ceylon, Indien, Afrika) und *L. rubida* Frémy (in stehendem Wasser in Äquatorial-Afrika) rotgefärbte Scheiden.

Sektion IV. *Spirocoleus* (Möbius) Kirchner in E. P. 1. Aufl. I. 1a (1898) 67. — *Spirocoleus* Möbius in Hedwigia XXVIII (1889) 312 Taf. 10, Fig. 1, 2. — **A.** Fäden 16  $\mu$  breit: *L. spirulinoides* Gom. in stehendem Wasser in Europa und Nordamerika; ähnlich, aber mit 5–6  $\mu$  breiten Fäden, *L. spiralis* Geitl. in einem Warmhausbecken in Wien. — **B.** Fäden bis 3  $\mu$  breit: *L. Lagerheimii* Gom. mit 2  $\mu$  breiten Trichomen und relativ kurzen Zellen, in stehenden Gewässern, festsitzend oder freischwimmend, wahrscheinlich kosmopolitisch; *L. bipunctata* Lemmermann mit 1–1,5  $\mu$  breiten Trichomen und relativ langen Zellen, planktonisch in Seen und Teichen in Europa, im Nyassa und Tanganyika, in Sumatra; manchmal kommen alle Übergänge zwischen spiraligen und geraden Fäden

<sup>1)</sup> Wahrscheinlich gibt es mehrere ähnliche Arten, die noch unbeschrieben sind.

<sup>2)</sup> Über das Vorkommen im Süßwasser in den Tropen vgl. L. Geitler und F. Ruttner in Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XIV (1936) 472.

<sup>3)</sup> Vgl. auch die vorhergehende Art.

vor; die geraden Fäden gleichen völlig *L. perelegans* Lemmermann. — *L. pseudospirulina* Pascher (= *L. spirulinoides* Utermöhl, non Gomont) besitzt aktive Beweglichkeit, kann also keine Scheide nach Art von *L.* besitzen und ist daher offenbar eine *Spirulina*.

9. **Symploca** Kützing, Phyc. gen. (1843) 201 (*Synploca*) ex Gomont, l. c. 16 (1892) 104. — *Symphyothrix* Kützing, Phyc. gen. (1843) 200. — *Neoadelia* Bompard in Hedwigia VI (1867) 129; in Erb. crittog. Ital. ser. II (1868) no. 73 (vgl. unten S. 225); *Neadelia* Auct. — Trichome einzeln in dünnen Scheiden. Fäden anfangs niederliegend, später meist zu aufrechten Bündeln vereinigt, teilweise scheinverzweigt. Scheiden fest oder leicht schleimig. Trichomenden gerade, manchmal leicht verjüngt; Endzelle nicht kopfig, manchmal mit leicht verdickter Außenmembran.

Ableitung des Namens von *συνπλοκος* (zusammengeflochten).



Fig. 147. *Symploca muscorum* Gom., Thallus in nat. Gr. und einzelne Fäden ( $\frac{330}{1}$ ). — Nach Frémy.

Der im allgemeinen bezeichnende Wuchs in aufrechten Bündeln stellt sich erst im Alter ein; junge Pflanzen sind daher nicht immer leicht zu bestimmen. Durch das gelegentliche Auftreten von Scheinverzweigungen nähert sich die Gattung *Plectonema*. Andererseits bestehen enge Beziehungen zu manchen *Schizothrix*-Arten (*Symplocastrum*!).

Die meisten Arten sind Süßwasserbewohner bzw. Aërophyten.

Leitart: *S. muralis* Kützing ex Gom. l. c. 112 mit 3,4–4  $\mu$  breiten Trichomen, bildet ausgebreitete, schwarzgrüne Rasen auf feuchter Erde an Mauern usw.; kosmopolitisch.

Über 20 Arten, viele kosmopolitisch. — **A.** Marin. — **Aa.** Trichome 6–14  $\mu$  breit: *S. hydroides* Kütz. ex Gom. in verschiedenen Varietäten kosmopolitisch an den Meeresküsten auf Steinen und Algen. — **Ab.** Trichome 4–6  $\mu$  breit: *S. atlantica* Gom. an den atlantischen Küsten Europas und in Nordamerika. — **B.** Süßwasserbewohner. — **Ba.** Trichome breiter als 3  $\mu$ . — **Ba $\alpha$ .** Zellen so lang wie breit oder länger: *S. muscorum* (Agardh) Gom. auf feuchter Erde, oft Moose überziehend, manchmal auch in stehenden Gewässern, kosmopolitisch; Fig. 147. — **Ba $\beta$ .** Zellen so lang wie breit oder kürzer: *S. muralis* (s. oben). — **Bb.** Trichome schmaler. — **Bb $\alpha$ .** Bündel nicht anastomosierend: *S. thermalis* Gom. mit 1,2–2  $\mu$  breiten Trichomen, am Ufer von Thermen, im heißen Dampf auf Steinen und Holz, kosmopolitisch. — **Bb $\beta$ .** Bündel anastomosierend: *S. elegans* Kütz. ex Gom. auf feuchten Steinen, auch in der Nähe von Thermen in Europa und Afrika; ähnlich *S. parietina* Gom. an feuchten Mauern usw. in Europa, Ceylon und Äquatorialafrika.

10. **Proterendothrix** W. et G. S. West in Journ. of Bot. 35 (1897) 229. — Trichome kurz, einzeln in dicken, farblosen, außen unebenen und aufgequollenen Scheiden. Fäden anfangs endophytisch in der Scheide oder später epiphytisch auf der Scheide von *Porphyrosiphon Notarisii*.

Ableitung des Namens von *προτερος* (zuerst), *ενδος* (innen) und *θηξ* (Haar).

Einzige Art: *P. scolecoidea* W. et G. S. West l. c., Taf. 365, Fig. 3–6, mit 4,5–5,5  $\mu$  breiten Fäden, in Angola. Fig. 139 A. — Erst ein einziges Mal gefunden.

11. **Katagnymene** Lemmermann, Ergebn. Reise Pazifik, in Abh. Nat. Ver. Bremen 16 (1899) 354. — *Catagnymene* auct. — Trichome einzeln, freischwimmend, von mehr oder weniger verschleimenden, engen bis weiten Scheiden umhüllt.

Ableitung des Namens von *καταγνυμι*, zerbrechen.

Leitart: *K. pelagica* Lemm. l. c. Taf. 3, Fig. 38–40, 42 mit 16  $\mu$  breiten Trichomen und kurz scheibenförmigen Zellen, Gallerthülle bis 100  $\mu$  breit, im Pazifischen, Atlantischen und Indischen Ozean; Fig. 148. Gute Bilder bringt G. Karsten (Ind. Phytoplankton in Wiss. Ergebn. Deutsch. Tiefsee-Exp. II, 1907, Taf. 45).

*K. spiralis* Lemmermann l. c. von gleicher Verbreitung unterscheidet sich hauptsächlich durch die schraubig gewundenen Fäden von der Leitart und ist mit ihr viel-

leicht identisch. — Eine dritte ähnliche Art, *K. palustris* G. S. West, wurde in einem See in Ägypten gefunden. — Alle Arten sind noch wenig bekannt.

12. **Pelagothrix** Johs. Schmidt in Vidensk. Meddel. Nat. Foren. Kjöbenhavn. (1901) 144. — Thallus freischwimmend, klein, aus bündelartig angeordneten Trichomen in gemeinsamer Gallerte aufgebaut.

Ableitung des Namens von *πελαγος* (Meer) und *θριξ* (Haar).

Einzige Art: *P. Clevei* Johs. Schmidt l. c. mit Abb., mit 6,3–7,7  $\mu$  breiten Trichomen, die zu 20–30 in gemeinsamer Gallerte liegen; planktonisch im Golf von Siam. — Noch wenig bekannt.

13. **Haliarachne** Lemmermann in Abh. Naturw. Ver. Bremen 16 (1899) 353. — Wie *Pelagothrix*, aber mit radial verlaufenden Fäden, die zu einem mehr oder weniger kugeligen bis länglichen, freischwimmenden Gallertlager zusammenschließen. Trichomenden hakig umgebogen. Die Lager können sich teilen.

Ableitung des Namens von *άλς* (Salz, Meer) und *αράχνη* (Spinne).

Einzige Art: *H. lenticularis* Lemm. l. c. Taf. 2, Fig. 22–24; Lager bis 700  $\mu$  groß, Zellen 8  $\mu$  breit, mit Gasvakuolen; Endzelle mit Kalyptra; im Pazifischen Ozean zwischen den Inseln Laysan und Hawaii. Fig. 149. — Noch wenig bekannt.

14. **Cyanohydnum** Copeland in Ann. New York Ac. Sci. 36 (1936) 199. — Thallus hufförmig, seitlich befestigt, fädig-häutig bis gelatinös, mit deutlicher Außenhülle, fest, auf der Unterseite mit zahlreichen schmalen Fadenbündeln besetzt, die sich ablösen und der Vermehrung dienen. Fäden an der Anheftungsstelle des Thallus verworren, im Thallus selbst gerade, parallel und locker gelagert, in den ventralen Bündeln dicht verflochten. Scheiden mehr oder weniger zu einer gemeinsamen Gallertmasse zusammenfließend. Trichome *Phormidium*-artig. Hormogonien unbekannt.

Ableitung des Namens: *κυανος* (blau), *ὄνιον* (eig. Trüffel; Name eines bekannten auf Bäumen lebenden Basidiomyceten mit hutförmigem Fruchtkörper, der auf der Unter-

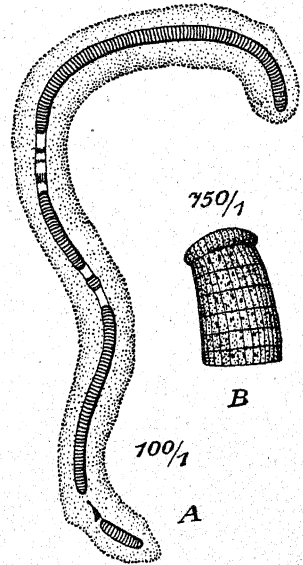


Fig. 148. *Katagnymene pelagica* Lemm., A Faden, B Fadenende. — Nach Lemmermann.

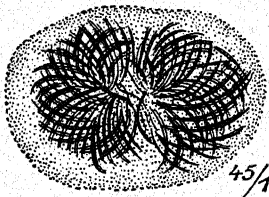


Fig. 149. *Haliarachne lenticularis* Lemm.; nach Lemmermann.

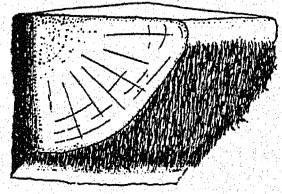
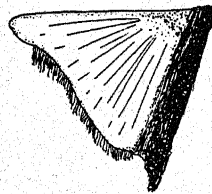


Fig. 150. *Cyanohydnum ciliatum* Copel. im Querschnitt und perspektivisch; nat. Gr.; nach Copeland.

seite stachelförmige Hymenophoren trägt; der Thallus von *C.* ähnelt dieser Fruchtkörperform).

Einzige Art: *C. ciliatum* Copeland l. c. Fig. 70, mit 1 bis 1,3  $\mu$  breiten Trichomen, auf Sinter am Rand von Geisern im Yellowstone-Park. Fig. 150. Die Thalli werden bis 4 cm breit und 3 cm dick.

Die Gattung unterscheidet sich von *Phormidium* nur durch die charakteristische Lagerform.

15. **Phormidium** Kützing, Phyc. gen. (1843) 190 ex Gomont in Ann. Sci. Nat. 7. sér. XVI (1892) 156. — Trichome gerade oder gebogen, selten unregelmäßig schraubig, zu vielen in mehr oder weniger schleimigen oder häutigen, mit der ganzen Unterseite dem Substrat angehefteten oder im Wasser flutenden Lagern vereinigt; Scheiden ziemlich fest und dünn, leicht schleimig und meist miteinander verklebt, manchmal zu einer gemeinsamen faserigen Gallerte zusammenfließend.

Ableitung des Namens: *φωγμος* (Flechtwerk) und *ιδιος* (eigen).

Die Ausbildung der Scheiden kann bei ein und derselben Art an verschiedenen Standorten oder auch am gleichen Standort sehr verschieden sein: sind die Scheiden fest, so kann die betreffende Form für eine *Lyngbya* gehalten werden, sind sie völlig verschleimt, so entsteht das Bild einer *Oscillatoria*. Andererseits können auch Verwechslungen mit *Symploca* oder extremen *Schizothrix*-Arten unterlaufen. Die Grenzen sind, wie schon mehrfach erwähnt, fließend, so daß für eine sichere Bestimmung ein großes Material und auch entsprechende Kritik nötig ist. Die bekannten, über 80 Arten sind sich vielfach so ähnlich, daß zur Bestimmung ausführliche Diagnosen und Abbildungen herangezogen werden müssen. Die folgende Übersicht kann nur ein ganz ungefähres Bild geben. Viele Arten sind offenbar Sammelarten, d. h. bestehen aus einer Reihe von Varietäten oder Rassen, die an sich konstant sind, deren Grenzen sich aber überschneiden (z. B. *Ph. subfuscum*, *Ph. autumnale* u. a.). Die Arten leben an allen möglichen Biotopen.

Gomont unterteilte die Gattung in die zwei Sektionen *Moniliformia* (Trichome an den Querwänden deutlich eingeschnürt, die Zellen also tonnenförmig) und *Euphormidia* (Trichome an den Querwänden nicht oder wenig eingeschnürt). Im Einzelfall ist die Unterscheidung nicht immer leicht, da naturgemäß Übergänge vorkommen.

Leitart: *Ph. lucidum* Kützing ex Gomont l. c. 179, Taf. V, Fig. 11, 12 (Sektion *Euphormidia*), mit 7–8  $\mu$  breiten Trichomen, sehr kurzen, an den Querwänden leicht eingezogenen Zellen und kopfiger Endzelle, bildet dicke, ausgebreitete Lager in Thermen in Europa und Afrika.

Sektion I. *Moniliformia* Gom. l. c. 159. — **A.** Trichome 6–8,5  $\mu$  breit, Endzelle kegelig: *Ph. tinctorium* Kütz. ex Gom. an Steinen in fließendem Wasser in Europa, Afrika und Nordamerika. — **B.** Trichome schmaler. — **Ba.** Trichome 2,7–3,3  $\mu$  breit, Endzelle abgerundet: *Ph. molle* Gom. in stehenden, auch salzigen Gewässern und auf feuchter Erde in Europa, Afrika, Papuasien, Sumatra, Zentralasien, Nordamerika, wohl kosmopolitisch. — **Bb.** Trichome 1,2–2,3  $\mu$  breit, Endzelle kegelig: *Ph. fragile* Gom. in Salz- und Süßwasser, auch in Thermen, kosmopolitisch. — Ähnlich *Ph. foveolarum* Gom. mit sehr deutlich torulösen Trichomen, auf feuchten Steinen, in Felslöchern usw. in Europa, Nordamerika, Afrika und Zentralasien.

Sektion II. *Euphormidia* Gom. l. c. 159. — **A.** Trichome bis 3  $\mu$  breit. — **Aa.** Endzelle spitz kegelig, Trichomenden gerade: *Ph. laminosum* Gom. bildet ausgebreitete, flache Lager auf Steinen usw.; typische kosmopolitische Thermalalge. — Ähnlich *Ph. tenue* Gom. mit hakigen Trichomenden, in stehenden Gewässern, auf feuchter Erde, manchmal auch in Thermen, kosmopolitisch. — **Ab.** Endzelle nicht zugespitzt. — **Ab<sub>a</sub>.** Trichome 0,6–0,8  $\mu$  breit: *Ph. angustissimum* W. et G. S. West in stehendem Wasser und an feuchten Felsen in Nord- und Westeuropa, Zentralafrika, der Antarktis. — **Ab<sub>b</sub>.** Trichome 1,7–2,5  $\mu$  breit: *Ph. valderianum* Gom. in stehenden und fließenden, auch salzigen und warmen Gewässern, auch an feuchten Felsen, kosmopolitisch; ähnlich *Ph. luridum* Gom., ebenfalls kosmopolitisch. — **B.** Trichome mindestens 3  $\mu$  breit. — **Ba.** Trichomenden gerade. — **Ba<sub>a</sub>.** Endzelle nicht kopfig. — **Ba<sub>a</sub>I.** Endzelle stumpf kegelig, Trichome 3–4,5  $\mu$  breit: *Ph. Corium* Gom. bildet häutige Lager in Bächen usw., auch auf Strohdächern u. dgl., kosmopolitisch. — **Ba<sub>a</sub>II.** Endzelle abgestutzt, Trichome 4,5–12  $\mu$  breit: *Ph. Retzii* Gom. bildet basal festgeheftete, flutende Büschel in Quellen und Bächen, kosmopolitisch. — **Ba<sub>b</sub>.** Endzelle kopfig. — **Ba<sub>b</sub>I.** Trichome an den Querwänden leicht eingeschnürt: *Ph. lucidum* (s. oben). — **Ba<sub>b</sub>II.** Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt. — **Ba<sub>b</sub>II 1.** Trichome hin- und hergebogen, an den Enden lang verjüngt, 4,5–9  $\mu$  breit, Endzelle mit halbkugelige Kalyptra: *Ph. javosum* Gom. auf feuchter Erde usw., in stehenden Gewässern, kosmopolitisch. Offenbar eine Sammelart! Am gleichen Standort kommen niemals große Schwankungen der Trichombreite vor. — **Ba<sub>b</sub>II 2.** Trichome gerade, an den Enden kurz verjüngt, 5–11  $\mu$  breit,



Endzelle mit kegelförmiger Kalyptra: *Ph. subfuscum* Kütz. ex Gom. in fließenden Gewässern und an feuchten Felsen, kosmopolitisch; wie vorige offenbar eine Sammelart (Fig. 151 D). — **Bb.** Trichomenenden hakig abgebogen: *Ph. uncinatum* Gom. mit 6–9  $\mu$  breiten Trichomen in fließenden und stehenden Gewässern, auf feuchter Erde usw., kosmopolitisch. — Ähnlich *Ph. autumnale* Gom. mit 4–7  $\mu$  breiten Trichomen, meist auf feuchter Erde, in Regenlachen usw., kosmopolitisch, beide saprob. Die Enden sind, wie auch bei anderen Arten, manchmal keritomisch ausgebildet. Wohl wie die vorigen Sammelarten.

*Ph. lapideum* Geitl. bildet korallig höckerige, infolge von Kalkeinlagerung völlig versteinte Krusten in fließendem Wasser in Java.

16. **Borzia** Cohn in Sechzigster Jahresber. Schles. Ges. vaterl. Kult. 1882 (1883) 227 ex Gomont l. c. 16 (1892) 198. — Trichome scheidenlos, frei, sehr wenigzellig.

Nach dem italienischen Blaualgenforscher A. Borzi benannt.

Die Berechtigung der Gattung erscheint fraglich; möglicherweise handelt es sich um Hormogonien anderer Arten.

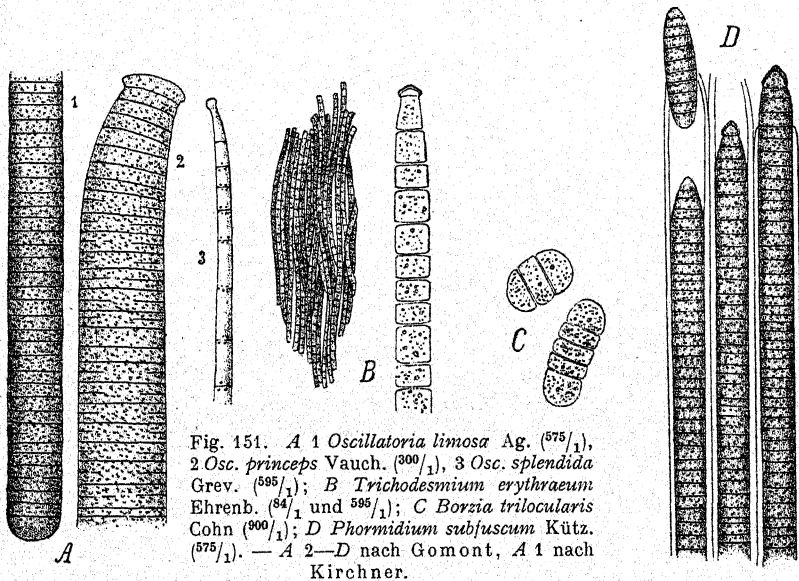


Fig. 151. A 1 *Oscillatoria limosa* Ag. ( $^{575}/_1$ ), 2 *Osc. princeps* Vauch. ( $^{300}/_1$ ), 3 *Osc. splendida* Grev. ( $^{595}/_1$ ); B *Trichodesmium erythraeum* Ehrenb. ( $^{84}/_1$  und  $^{595}/_1$ ); C *Borzia trilocularis* Cohn ( $^{900}/_1$ ); D *Phormidium subfuscum* Kütz. ( $^{575}/_1$ ). — A 2–D nach Gomont, A 1 nach Kirchner.

Leitart: *B. trilocularis* Cohn l. c. ex Gomont l. c. Taf. VI, Fig. 5, mit 6–7  $\mu$  breiten Trichomen, die aus 3–8 Zellen bestehen und lebhaft kriechen; in stehenden Gewässern in Europa, angeblich auch in anderen Erdteilen. Fig. 151 C. Die Trichome gleichen völlig den Hormogonien mancher Stigonemen!

Eine zweite Art, *B. susedana* Ercegović, hat vier- bis sechszellige, 3,5  $\mu$  breite Trichome und wurde zwischen kalkkrustenbildenden Algen an Felsen in Kroatien gefunden.

17. **Trichodesmium** Ehrenberg in Poggendorffs Ann. Phys. Chem. XVIII (1830) 506 ex Gomont l. c. XVI (1892) 193<sup>1)</sup>; non Chevall. (1826, = *Graphiola* Poit. 1824, *Uredinales*). — *Xanthothrichum* Wille in M. Schütt, Pflanzenleben der Hochsee (1893) 39. — *Heliothrichum* Wille l. c. — *Skujaella* J. De-Toni, Diagn. Alg. nov. I. 4 (1938) 397.

Trichome scheidenlos, durch zerfließende Gallerte zu kleinen freischwimmenden Bündeln oder Flocken zusammengehalten, mehr oder weniger gerade; typisch pelagisch, Wasserblüten der Hochsee bildend.

<sup>1)</sup> Es wird hiermit vorgeschlagen, *Trichodesmium* Ehrenb. gegen *Trichodesmium* Chevall. auf die Liste der nomina generica conservanda zu setzen. — *Skujaella* J. De-Toni ist eine unberechtigte Umtaufung, weil es schon zwei Gattungssynonyme, *Xanthothrichum* Wille und *Heliothrichum* Wille, gibt. — L. Geitler, H. Harms, J. Mattfeld.



Sachlich wäre die Gattung mit *Oscillatoria* zusammenzuziehen, da kein wesentlicher Unterschied besteht; dies habe ich in meinen bisherigen Bearbeitungen durchgeführt (vgl. auch P. Frémy, Cyan. Côtes d'Europe, 113). Auch Elenkin zieht die Gattungen zusammen. Aus praktischen Gründen erscheint die Aufrechterhaltung der Gattung unter Beschränkung auf die marinen Arten besser. Also:

Exkl. *Trichodesmium lacustre* Klebahn in Flora 80 (1895) 271 = *Oscillatoria lacustris* (Klebahn) Geitler in Paschers Süßw.-Flora 12 (1925) 362.

Name von  $\theta\upsilon\lambda\acute{\iota}\varsigma$  (Haar) und  $\delta\epsilon\sigma\upsilon\eta$  (Bündel).

Wichtigste spezielle Literatur (außer der genannten): Montagne in Compt. Rend. Ac. Sci. Paris (1844); Ann. Sci. Nat., 3. sér., Bot. II (1844) 332. — E. Dupont in Trans. Roy. Micr. Soc. 16, 85, Taf. VII. — Brandt, Nord. Plankt., Schizoph. (1904). — N. Wille in V. Hensen, Ergebn. Plankton-exped. Humboldt-Stiftung II (1904) 57.

Wie erwähnt, unterscheidet sich die Gattung nicht grundsätzlich von *Oscillatoria*; im besonderen gibt es völlig parallele Planktonformen im Süßwasser, die seit alters her als *Oscillatoria* bezeichnet werden (Sektion *Prolificae*).

Leitart: *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg l. c. ex Gomont l. c. 196, Taf. V, Fig. 27—30 (*Oscillatoria erythraea* (Ehrenberg) Geitl.) mit 7—11  $\mu$  (angeblich bis 21  $\mu$ ) breiten Trichomen, verjüngten Enden und flachkopfiger, mit Kalyptra versehener Endzelle, bildet freischwimmende, ungefähr 1 mm lange Bündel von lebhaft roter Farbe (immer?) und tritt als Hochseeform oft in großen Mengen in tropischen und subtropischen Meeren auf (findet sich manchmal bis 30° nördl. Br.); soll im besonderen die Farbe des Roten Meeres hervorrufen. Vgl. die angegebene Literatur u. oben S. 28. Fig. 151 B.

Außerdem drei Arten, die ebenfalls typische Hochseeformen sind; im Unterschied zur Leitart sind die Trichome an den Querwänden nicht eingezogen. — *T. Thiebautii* Gomont (= *Heliothrichum radians* Wille l. c.) mit bis 16  $\mu$  breiten, radial angeordneten Trichomen, in tropischen und subtropischen Meeren, im Atlantik bis 41° nördl. Br.; *Trichodesmium contortum* Wille (*Xanthothrichum contortum* Wille l. c.) mit bis 25  $\mu$  breiten Trichomen spiralig in gedrehten, lebhaft gelben (immer?) Bündeln, im Atlantischen und Pazifischen Ozean; *Trichodesmium tenue* Wille l. c. ähnlich — vielleicht identisch — mit *T. Thiebautii*.

18. *Oscillatoria* Vaucher, Hist. Conf. (1803) 165 ex Gomont, l. c. 16 (1892) 198. — *Oscillaria* Pollini, Viagg. nat. Baldo (1816) 96; Bosc in Nouv. Dict. Hist. Nat. XXIV (1818) 196; Bory in Dict. class. Hist. Nat. I (1822) 594<sup>1)</sup>. — *Trichophora* Bonnemais. in Journ. Phys. XCIV (1822) 176? — *Plazonema* Tangl in Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien, Math.-Nat. Cl. 48 (1883) 1. — Inkl. *Trichodesmium lacustre* Klebahn in Flora 80 (1895) 271 = *O. lacustris* (Klebahn) Geitl. in Paschers Süßw.-Fl. 12 (1925) 362.

Trichome einzeln oder zu formlosen oder häutigen Lagern, manchmal auch zu freischwimmenden kleinen Bündeln oder Flöckchen vereinigt, ohne Scheiden, aber meist in schwer nachweisbarer, dünnflüssiger Gallerte (ausnahmsweise in gewissen Zuständen auch mit zarten Scheiden), meist mit Kriechbewegung, also als Hormogonien ausgebildet, und meist mit innerem Spiralbau, daher bei der Bewegung um die Längsachse rotierend. Enden der Trichome meist verschiedenartig differenziert, zugespitzt, hakig gebogen oder schraubig gewunden. Häufig Zerfall der Trichome in mehrere Stücke.

Ableitung des Namens von *oscillum*, die Schaukel, nach der mit der rotierenden Vorwärtsbewegung langer, nicht ganz gerader Trichome meist verbundenen seitlichen Hin- und Herbewegung (sog. Pendelbewegung), daher auch der manchmal verwendete deutsche Name „Schwingfaden“. Die auffallende Bewegung der Trichome wurde bereits in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts beobachtet (de Saussure, Ingen-Housz, Adanson u. a.). Vgl. auch den Allg. Teil S. 25.

<sup>1)</sup> Gomont, Faut-il dire *Oscillatoria* ou *Oscillaria*?, in Journ. de Bot. V (1891) 273—277. — *Oscillaria* Schrank in Nova Acta Acad. Caes. Leop. Nat. Cur. XI (1823) 533 wird als Synonym zu *Nitzschia* Hassall (*Bacillarioph.*) angeführt (vgl. Mills, Index Diatom. XV, 1934, 1262; Karsten in E. P. 2. Aufl. 2 (1928) 294), gehört aber sicher nur zum kleinsten Teil (*O. paxillifera* Schrank) dazu und meist zu *Oscillatoria* Vaucher. — (Mattfeld).

Wichtigste spezielle Literatur: G. Schmid in Flora N. F. 11 (1918) 327; in Jahrb. Wiss. Bot. 60 (1921) 572; 62 (1923) 328. — H. Ullrich in Planta 2 (1926) 295; 9 (1929) 144. — A. Niklitschek in Beih. Bot. Centralbl. Abt. A, 52 (1934) 205. — In diesen Arbeiten findet man die gesamte ältere Literatur.

Die Gattung ist durch alle Übergänge mit *Phormidium*, *Lyngbya*, *Spirulina* (Sektion *Arthrospira*) u. a. verbunden; gegenüber *Trichodesmium* besteht kein tatsächlicher Unterschied (vgl. das dort Gesagte). Es sind mehr als 100 Arten bekannt, die sich vielfach nur durch geringfügige Merkmale unterscheiden; manche Arten sind offenbar Sammelarten, z. B. *O. princeps* mit angeblich 16–60  $\mu$  breiten Trichomen, andere wurden wahrscheinlich irrtümlich aufgestellt; die derzeitige Artensystematik ist ein Provisorium. — Die Drehungsrichtung der beweglichen Trichome (links- oder rechtsdrehend) wurde noch nicht systematisch verwertet.

Die Arten leben, wie zu erwarten, an den verschiedenartigsten Biotopen, im Süß- und Meerwasser, auf Erde, in Thermen usw.; viele besitzen kosmopolitische Verbreitung. Von besonderem Interesse sind die an  $H_2S$ -reichen Standorten vorkommenden sapropelischen Arten, welche sich morphologisch meist durch eine auffallende, sonst<sup>1)</sup> bei Blaualgen nicht vorkommende gelbgrüne Färbung, die ungefähr der Farbe typischer Heterokonten entspricht, auszeichnen (*O. chlorina* u. a.). Außerdem zeigen einige dieser Arten (*O. coerulescens* Gicklhorn und *O. minima* Gicklhorn) „Blauglanz“, wenn die bestimmt orientierten Trichome auf dunklem Hintergrund in einem Neigungswinkel von 60–70° betrachtet werden. Es handelt sich dabei um die kombinierte Wirkung trüber Medien (Plasma) und des Gitterbaus der Membran, also um ein rein optisches Phänomen (J. Gicklhorn in Österr. Bot. Zeitschr. 70, 1921, 1). In den Zellen mancher dieser Arten treten auch Schwefeltropfen auf.

Viele Arten wachsen oft in ungeheuren Mengen, so die *Trichodesmium*-artigen Planktonarten, die Vegetationsfärbungen und Wasserblüten in Seen und Teichen hervorrufen (z. B. *O. rubescens*, die sich auch unter dem Eis entwickelt; im Murtenner See (Schweiz) ruft sie zeitweise die als „Burgunderblut“ bekannte Rotfärbung hervor). *O. splendida* entwickelt sich oft reichlich in Aquarien, wo sie als lebhaft blaugrüne Häute und Klumpen die Wasserpflanzen überzieht und sie zum Absterben bringt. — *O. Borneti* Zukal fällt durch die weitgehende Keritomie ihrer Zellen auf (Fig. 4).

Die folgende systematische Übersicht kann, wie auch bei den anderen artenreichen Gattungen, nur mit beschränktem Nutzen verwendet werden. Der Übersichtlichkeit halber wurde ihr die alte Einteilung Gomonts in Sektionen zugrunde gelegt, die aber durch die Neubeschreibung zahlreicher Formen an Bedeutung verloren hat.

Die von Frémy (Cyan. Côtes d'Europe, in Mém. Soc. Sci. Nat. Cherbourg 41, 1934, 128) aufgestellte Sektion *Heteroscellatoria*, die auf eine einzige Art, *O. phycoephytica* Frémy, begründet ist, wird hier nicht berücksichtigt, da die Art offensichtlich eine Trichobacteriacee ist (auf einem analogen Irrtum beruhte Frémys Aufstellung der Gattung *Paraplectonema*; vgl. S. 159). Für die Art (und Sektion) ist bezeichnend, daß die Trichome mit einem Ende festsitzen und aufrecht abstehen, also völlig parallel zur Sektion *Heteroleibleinia* von *Lyngbya* sich verhalten. Das Vorkommen solcher Formen, die sich von *Heteroleibleinia* nur durch das Fehlen von Scheiden unterscheiden würden, ist an sich unwahrscheinlich, da die festsitzende Lebensweise mit der typischen Organisation von *O.* im Widerspruch steht; festsitzende Oscillatoriaceen bilden, wenn sie die Fähigkeit basaler Gallertabsonderung besitzen, offenbar auch Scheiden, gehören dann aber eben zu *Lyngbya* und nicht zu *O.*

Leitart: *O. princeps* Vaucher l. c. 190 ex Gomont l. c. 206, Taf. VI, Fig. 9 (Sektion *Principes*) mit sehr kurz-scheibenförmigen Zellen ( $\frac{1}{11}$  bis  $\frac{1}{4}$  mal so lang wie breit), 16–60  $\mu$  breiten Trichomen, die an den Enden verjüngt und abgelenkt sind, und leicht kopfiger Endzelle, auf Schlamm in stehenden und langsam fließenden Gewässern, oft in großen Mengen häutig-schleimige Überzüge bildend, die sich auch ablösen können und dann mittels Blasen von Assimilationssauerstoff an der Wasseroberfläche schwimmen, manchmal auch in Thermen; kosmopolitisch. Fig. 151 A. Jedenfalls eine Sammelart, die sich aus konstanten Formen wenig schwankender Trichombreite zusammensetzt.

<sup>1)</sup> d. h. an anderen Standorten; gelbgrün gefärbt ist z. B. auch die sapropelische *Spirulina flavovirens*.

Sektion I. *Prolificae* Gomont l. c. 201. — Freischwimmende, meist zu losen Bündeln vereinigte Trichome, mit geraden, lang verjüngten Enden. Typische Planktonformen, oft mit Gasvakuolen. — **A.** Endzelle kopfig, Trichome und Massenansammlungen mehr oder weniger purpurn. — **Aa.** Trichome  $6-8\ \mu$  breit: *O. rubescens* De Candolle ex Gomont bildet, meist in kaltem Wasser, in Europa, rote Vegetationsfärbungen (vgl. auch die Einleitung). — **Ab.** Trichome  $2,2-5\ \mu$  breit: *O. prolifica* (Grev.) Gom., wie vorige in Europa und Nordamerika. — **B.** Endzelle nicht kopfig: *O. Agardhii* Gom. in Seen und Teichen in Europa, Nordamerika und China, oft blaugrüne Vegetationsfärbungen und Wasserblüten bildend.

Sektion II. *Principes* Gomont l. c. 201. — Zellen sehr kurz scheibenförmig, Trichomenden nicht oder kurz verjüngt, Endzelle stumpf; meist Arten mit sehr breiten Trichomen<sup>1)</sup>. — **A.** Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt. — **Aa.** Trichome meist  $25-60\ \mu$  breit, Ende hakenförmig: *O. princeps* (s. oben). — **Ab.** Trichome meist  $10-20\ \mu$  breit: *O. limosa* Ag. ex Gom. kosmopolitisch, in stehenden oder langsam fließenden Gewässern (Fig. 151 A). — **B.** Trichome an den Querwänden eingeschnürt,  $10-20\ \mu$  breit, Enden leicht kopfig: *O. sancta* Kütz. ex Gom. in stehendem und fließendem Wasser, auch auf feuchter Erde, manchmal in Thermen; wahrscheinlich kosmopolitisch; bildet oft auf Blumentöpfen u. dgl. schleimig-häutige, grün- oder violett-schwarze Überzüge.

Sektion III. *Margaritiferae* Gomont l. c. 202. — Trichome torulös, an den Enden kaum verjüngt, gebogen, mit abgestutzter Endzelle; Zellen mäßig kurz. — **A.** Trichome  $18-36\ \mu$  breit, ziemlich regelmäßig spiralig; marin und in Brackwasser: *O. Bonnemaisoni* Crouan ex Gom., wahrscheinlich kosmopolitisch. — **B.** Trichome  $17-29\ \mu$  breit, nicht spiralig: *O. margaritifera* Kütz. ex Gom., kosmopolitisch in Salzwasser. — **C.** Trichome  $7-11\ \mu$  breit, nicht spiralig: *O. nigro-viridis* Thwaites ex Gom. auf Schlamm und auf Steinen der Meeresküsten, wohl kosmopolitisch.

Sektion IV. *Aequales* Gomont l. c. 202. — Trichomenden nicht verjüngt oder gebogen; Zellen  $\frac{1}{3}$  bis 2 mal länger als breit. — **A.** Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt. — **Aa.** Zellen an den Querwänden granuliert: *O. amphibia* Ag. ex Gom. in stehenden und langsam fließenden, auch salzigen und thermalen Gewässern, kosmopolitisch. — **Ab.** Zellen an den Querwänden nicht granuliert. — **Ab $\alpha$ .** Trichome  $6-11\ \mu$  breit: *O. irrigua* Kütz. ex Gom. in stehenden Gewässern und auf feuchter Erde, kosmopolitisch. — **Ab $\beta$ .** Trichome  $3,5-4\ \mu$  breit, auffallend gelbgrün: *O. chlorina* Kütz. ex Gom. an  $H_2S$ -haltigen Standorten, auch in Thermen, in Europa, Nordamerika, der Antarktis, im Tanganyika, in China, wohl kosmopolitisch. — **B.** Trichome an den Querwänden eingeschnürt. — **Ba.** Trichome  $4-10\ \mu$  breit: *O. tenuis* Ag. ex Gom. auf Schlamm oder freischwimmend in stehenden oder langsam fließenden, auch warmen Gewässern, kosmopolitisch. — **Bb.** Trichome  $2,3-4\ \mu$  breit: *O. geminata* Menegh. ex Gom. in Thermen oder auch sonst in stehendem Wasser in Europa, Nordamerika, Siam, China, Sumatra, Afrika, wohl kosmopolitisch.

Sektion V. *Attenuatae* Gomont l. c. 203. — Trichome am Ende deutlich verjüngt und mehr oder weniger abgebogen. — **A.** Endzelle kopfig. — **Aa.** Zellen ungefähr quadratisch: *O. amoena* Gom. mit  $2,5-5\ \mu$  breiten Trichomen, in stehenden und fließenden Gewässern in Europa, Nordamerika, Afrika, China, wohl kosmopolitisch. — **Ab.** Zellen länger als breit: *O. splendida* Grev. ex Gom. mit  $2-3\ \mu$  breiten Fäden, in stehenden Gewässern, auf feuchter Erde, auch in Thermen, kosmopolitisch (Fig. 151 A). — **B.** Endzelle nicht kopfig. — **Ba.** Endzelle sehr stark zugespitzt. — **Ba $\alpha$ .** Trichome  $5,5-8\ \mu$  breit: *O. acuminata* Gom. in Thermen und in kaltem Wasser in Europa, Nordamerika, Afrika, Ceylon, Ostasien, wohl kosmopolitisch. — **Ba $\beta$ .** Trichome  $3-5\ \mu$  breit: *O. animalis* Ag. ex Gom. in Thermen, kaltem Wasser, auf feuchter Erde, kosmopolitisch. — **Bb.** Endzelle nicht stark zugespitzt. — **Bb $\alpha$ .** Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt: *O. brevis* Kütz. ex Gom. in Süß- und Salzwasser, auch auf feuchter Erde, kosmopolitisch. — **Bb $\beta$ .** Trichome an den Querwänden eingeschnürt. — **Bb $\beta$ l.** Trichome  $8-13\ \mu$  breit: *O. chalybea* Mertens ex Gom. in stehenden, auch thermalen und salzigen Gewässern,

<sup>1)</sup> Im allgemeinen — aber natürlich nicht beim Vergleich einiger weniger Arten — zeigt es sich, daß die Zellen um so breiter sind, je kürzer sie sind. Das Zellvolumen steigt also nicht gleichsinnig mit der Verbreiterung der Trichome.

kosmopolitisch; ähnlich *O. tanganyikae* G. S. West planktonisch im Tanganyika. — **BbβII**. Trichome 4–9  $\mu$  breit. — **BbβII 1**. Enden kurzhakig, Zellen quadratisch oder kürzer als breit, 4–6  $\mu$  breit: *O. formosa* Bory ex Gom. kosmopolitisch in stehenden, auch thermalen und salzigen Gewässern, festsitzend oder freischwimmend. — **BbβII 2**. Trichomen enden langgebogen oder spiralig, Trichome bis 8 oder 9  $\mu$  breit: *O. Cortiana* Menegh. ex Gom. in Thermen und kaltem Wasser in Europa, Nordamerika, Afrika, der Antarktis; ähnlich *O. Okeni* Ag. ex Gom. an gleichen Standorten in Europa, Nordamerika, Afrika, China.

Sektion VI. *Terebriformes* Gom. l. c. 204. — Trichome an den Enden oder fast im ganzen schraubig gewunden, an den Enden mehr oder weniger verjüngt. — **A**. Ende kopfig: *O. beggiatoiformis* Gom. in sauren Gewässern in Ungarn, der Schweiz und Sumatra, wohl weiter verbreitet. — **B**. Ende nicht kopfig. — **Ba**. Trichome 6–8  $\mu$  breit: *O. Boryana* (Agardh) Bory ex Gom. in stehenden kalten und warmen Gewässern in Europa, Zentralamerika, Äquatorialafrika und China. — **Bb**. Trichome 4–6,5  $\mu$  breit: *O. terebriformis* Ag. ex Gom. anscheinend kosmopolitisch in Thermen und Schwefelquellen.

19. **Romeria** Koczwara bei Geitler in Rabenh. Kryptogamenfl. XIV (1932) 915. — *Raciborskia* Koczwara in „Kosmos“ 53, Lwow 1928, 108; non Berl. in Saccardo, Syll. VII

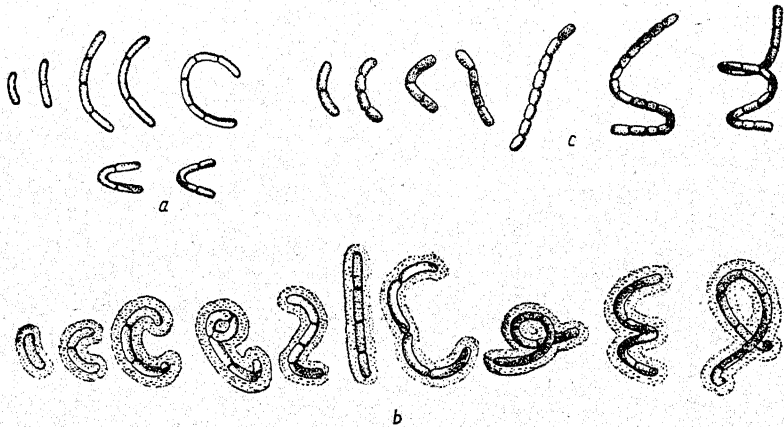


Fig. 152. *Romeria leopoliensis* (Racib.) Koczwara (a), *R. elegans* Wolosz. (b), *R. gracilis* Koczw. (c). — Nach Koczwara.

(1888) 400 (= *Comatricha* Preuß, *Myxomyc.*); nec Woloszyńska in Bull. Acad. Sc. Cracovie Cl. math. nat. sér. B (1919) 199 (= *Gymnodinium* Stein, *Peridineae*, nach Lindemann in F. P. 2. Aufl. 2, 42). — *Amalia* J. De-Toni, *Noterelle* nom. alg. I (1934) 5. — Trichome einzeln, sehr kurz, ein- bis acht- (bis sechzehn-) zellig, halbkreisförmig oder schraubig gebogen mit 1–2 Umgängen, scheidenlos (bei einer Art mit Gallerthülle), an den Querwänden eingeschnürt. Zellen lang zylindrisch, an den Enden abgerundet.

Nach dem polnischen Geographen E. Romer benannt.

Die Gattung zeigt eine äußerliche Ähnlichkeit mit manchen *Rhabdoderma*-Arten (Chroococcale). In Wirklichkeit handelt es sich vielleicht um heterocystenlose Trichome von *Anabaenopsis*-Arten, mit welchen zumindest eine große habituelle Ähnlichkeit besteht; solange ein derartiger genetischer Zusammenhang nicht erwiesen ist, muß die Gattung aufrechterhalten werden. Die bisher beschriebenen drei Arten sind noch ungenügend bekannt. — Vermutlich gehört hierher auch *Spirulina okensis* (C. Meyer) Geitl. (= *Arthrospira okensis* C. Meyer, Arbeiten Oka-Station, 1926, 40, Fig. 2).

Leitart: *R. leopoliensis* (Raciborski) Koczwara (= *Arthrospira leopoliensis* Raciborski, Phyc. Polon. Nr. 9, in „Kosmos“, Lwow, 35, 1910, 82; = *Raciborskia leopoliensis* (Raciborski) Koczwara l. c. 108, Fig. 1) mit meist vierzelligen, halbkreisförmigen, 0,8–1  $\mu$  breiten Trichomen, planktonisch in einem See bei Lemberg. Fig. 152. — Ähnlich, aber

mit etwas größeren Zellen *R. elegans* (Koczwara) Woloszyńska in Geitler (= *Raciborskia elegans* Koczwara) in einem Teich bei Lemberg und in einem See in der Schweiz, angeblich auch in einem Strudeloch im Rheinfluss bei Schaffhausen (Fig. 152), und *R. gracilis* Koczwara (= *Raciborskia gracilis* Koczwara) in einem Teich bei Lemberg (Fig. 152).

20. *Spirulina* Turpin in Dict. d'hist. nat. de Levrault 50 (1827) 309 ex Gomont l. c. 16 (1892) 249, em. G. Schmid bei Geitler in Beih. Bot. Centralbl. Abt. II 41 (1925) 283. — *Spirogyra* Link in Schraders Neues Journ. III (1809) 10; non Link in Nees, Hor. phys. Berol. (1820) 5 = Gattung der *Zygnematac.* — *Spirillum* Hassall, Brit. freshw. Alg. (1845) 279; non Ehrenb. = Gattung der *Schizomyc.* — Inkl. *Arthrospira* Stizenberger in Hedwigia 1 (1852) 32. — Trichome regelmäßig, nur ausnahmsweise stellenweise etwas unregelmäßig schraubig gewunden, lang (nur bei einer — unsicheren — Art bloß mit 1–2 Umgängen), ohne Scheiden, an den Querwänden nicht eingeschnürt<sup>1)</sup>, Windungen locker oder einander berührend. Querwände bei den großzelligen Arten im Leben sichtbar (Sektion *Arthrospira*), bei den kleinzelligen unsichtbar und nur künstlich durch Färbung oder Mazeration nachweisbar (Sektion *Euspirulina*). Fäden einzeln oder zu formlosen, weichen, häutigen Lagern vereinigt, unter Rotation um die Längsachse kriechend.

Ableitung des Namens von *σπειρα* (Spirale, Schraube).

Wichtigste spezielle Literatur. M. Zuelzer in Arch. Protok. 24 (1911) 34. — N. L. Gardner in Univ. Calif. Publ. Bot. 6 (1917) 379. — G. Schmid in Ber. deutsch. Bot. Ges. 38 (1920) 368; in Arch. f. Protok. 43 (1924) 463. — Figini in Nuova Notarisa (1925) 31.

In den genannten Mitteilungen wird der Nachweis erbracht, daß auch die Arten mit schmalen und dicht gewundenen Trichomen, an welchen Querwände infolge der Zartheit der Membranen und der durch die Krümmungen bedingten ungünstigen optischen Verhältnisse im Leben nicht gesehen werden können, tatsächlich Querwände besitzen und normal septierte Oscillatoriaceentrichome darstellen. Die frühere Auffassung, daß es sich in diesen Fällen um einzellige Gebilde handle — übrigens schon eine morphologische Unmöglichkeit — ist somit widerlegt; damit fällt auch die alte Unterscheidung zwischen *Spirulina* (mit „einzelligen Trichomen“) und *Arthrospira* mit mehrzelligen Trichomen; es handelt sich einfach um Größenunterschiede zwischen sonst nahe verwandten Arten; diese Unterschiede können aus praktischen Gründen als Sektionsmerkmale weiter verwendet werden, wie ich dies 1925 vorgeschlagen habe und wie es seither von anderen Autoren angenommen wurde.

Die Gattung ist im übrigen von *Oscillatoria* nur graduell dadurch unterschieden, daß die Windungen außerordentlich regelmäßig sind. Daß im Einzelfall die Zuordnung zu *Spirulina* oder zu *Oscillatoria*, Sektion *Terebriformes*, willkürlich werden kann, liegt in der Natur der Sache.

Die Bewegung der *Sp.*-Trichome ist, wie es sich zwangsläufig aus dem äußerlichen Spiralbau ergibt, mit Rotation um die Längsachse verbunden; die Trichome schrauben sich also durch das Wasser. Wieweit die anscheinend artkonstante<sup>2)</sup> Rechts- oder Linksdrehung der Trichome systematisch verwertbar ist, bleibt noch zu untersuchen.

Einige Arten sind zu streichen, so *Sp. vaginata* Bachmann, deren Aufstellung auf einer Verwechslung mit Vorticellenstielen beruhte. — *Sp. duplex* Wolle, die in sich zurücklaufende, ring- oder achterförmige Trichome besitzen soll, ist eine morphologische Unmöglichkeit (worum es sich handelt, läßt sich nicht mehr feststellen); aus dieser Art eine eigene Gattung *Juguspira* (Crow in Trans. Amer. Micr. Soc. 46, 1927) zu machen, ist völlig abwegig.

Die Arten leben in Süß-, Brack- und Meerwasser, manchmal auch auf feuchter Erde, manche in Thermen und Schwefelquellen, einige auch planktonisch.

Leitart: Die Art, auf Grund welcher Turpin die Gattung aufgestellt hatte, *Sp. oscillarioides* Turpin l. c. Fig. 3, ist nicht mehr identifizierbar und findet sich bei Gomont,

<sup>1)</sup> *Sp. okensis* (C. Meyer) Geitl. zeigt den Habitus der Nostocaceen-Trichome, ist also an den Querwänden stark eingezogen; vielleicht handelt es sich um heterocystenlose Trichome einer *Anabaenopsis*. Vgl. auch oben unter *Romeria*.

<sup>2)</sup> Vgl. Irmgard Lanz in Ber. deutsch. Bot. Ges. 58 (1940) 417.

l. c. 255 unter den Species inquirendae. Man betrachtet als Leitart wohl am besten *Sp. maior* Kütz. ex Gom. l. c. 251 (Sektion *Euspirulina*), die 1,2–1,7  $\mu$  breite, dicht gewundene Trichome besitzt und in stehenden, auch salzigen und thermalen Gewässern kosmopolitisch verbreitet ist; Fig. 153.

Im ganzen sind über 30 Arten bekannt.

Sektion I. *Arthrospira* (Stizenberger) Geitler in Beih. Bot. Centralbl. Abt. 2, XIV (1925) 283. — *Arthrospira* Stizenberger in Hedwigia I (1852) 32 ex Gomont l. c. 246 als Gattung.

**A.** Windungen einander berührend: *Sp. spirulinoides* (Ghose) Geitl. (= *Arthrospira spirulinoides* Ghose) mit 5–6  $\mu$  breiten Trichomen, in Regenwasser in Lahore (Indien). — **B.** Windungen einander nicht berührend. — **Ba.** Trichome 5–8  $\mu$  breit. — **Ba $\alpha$ .** Windungen 9–15  $\mu$  weit: *Sp. Jenneri* (Hassall) Kützing ex Geitler (= *Arthrospira Jenneri* (Hassall) Stizenberger ex Gomont; *Spirillum J. Hassall*)<sup>1)</sup> in stehenden Gewässern, wohl kosmopolitisch. — **Ba $\beta$ .** Windungen 26–36  $\mu$  weit: *Sp. platensis* (Nordstedt) Geitl. (= *Arthrospira platensis* Gomont l. c.) in stehendem, auch H<sub>2</sub>S-haltigem Wasser in Europa, Uruguay, Ostafrika, Indien; Fig. 154; die Abbildung zeigt, wie stark die Variation der Trichomausbildung sein kann. — **Bb.** Trichome 2–3  $\mu$  breit, Windungen 4  $\mu$  weit, Abstand der Windungen 11–13  $\mu$ : *Sp. miniata* Hauck ex Geitler (= *Arthrospira miniata* (Hauck) Gom.) an den europäischen Meeresküsten und in schwefelhaltigem Wasser in Ostafrika.

Sektion II. *Euspirulina* Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 209, emend. Geitler l. c. — *Spirulina* Turpin ex Gomont l. c.

**A.** Trichome sehr kurz, nur mit 1–2 Windungen: *Sp. abbreviata* Lemmermann in stehendem, auch verschmutztem Wasser in Europa; bedarf weiterer Untersuchung. —

**B.** Trichome lang. — **Ba.** Trichome gelbgrün: *Sp. flavovirens* Wislouch auf faulendem Characeenschlamm in Altwässern des Rheins und in einem Teich in Rußland; offenbar typisch für H<sub>2</sub>S-haltiges Wasser (Sapropel) und wie die ökologisch gleichen Oscillatorien (*O. chlorina* u. a.) gefärbt; die feinen „Querstreifen“ der Trichome, die Wislouch angibt, sind offenbar die Querwände bzw. ihre ringförmigen Anlagen, wie sie bei kurzelligen Formen unter hoher Teilungsfrequenz auch sonst auftreten. — **Bb.** Trichome farblos: *Sp. albida* Kolkwitz zerstreut in stehenden und fließenden Gewässern in Europa; es handelt sich zweifellos um eine heterotrophe Blaualge (vgl. Geitler in Rabh. Krypt.-Fl. XIV, 1932, 927). — **Bc.** Trichome „normal“ (blaugrün, graugrün oder rotviolett) gefärbt. — **Bc $\alpha$ .** Win-

dungen einander berührend: *Sp. labyrinthiformis* Gom. in stehendem, auch salzigem Wasser und in Thermen in Europa und Afrika. — **Bc $\beta$ .** Windungen einander nicht berührend. — **Bc $\beta$ l.** Trichome schmaler als 1  $\mu$ : *Sp. subtilissima* Kütz. ex Gom., kos-



Fig. 153. *Spirulina maior* Kütz.; nach Geitler.

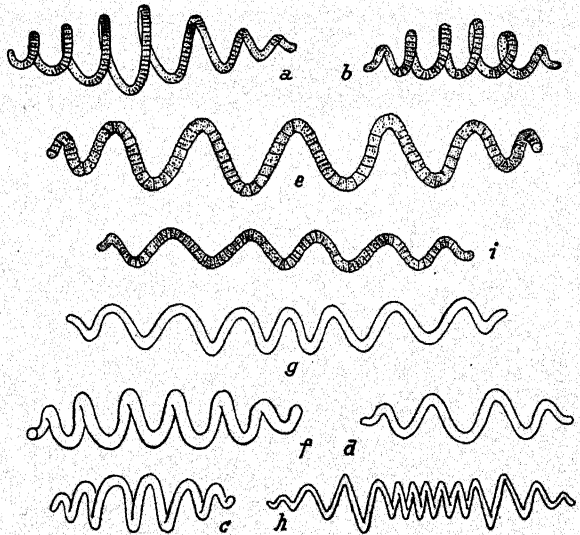


Fig. 154. *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl., Variabilität der Trichome (h ist schwächer vergr.). — Nach Rich.

<sup>1)</sup> Vgl. H. F. Buell in Bull. Torrey Bot. Club 65 (1938) 388.



mopolitisch in kaltem und warmem Wasser. — **BcβII.** Trichome 1,2—1,7  $\mu$  breit: *Sp. maior* (vgl. oben).

21. **Glaucospira** Lagerheim in Ber. deutsch. Bot. Ges. 10 (1892) 364. — Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 216, als Sektion von *Spirulina*. — Trichome wie bei *Euspirulina* engschraubig gewunden, mit sehr lebhafter Bewegung nach Art der Spirochaeten und in gleicher Weise wie diese flexil, also sich in sekundäre, formveränderliche Spiralen legend.

Ableitung des Namens von *γλαυκος* (blaugrün) und *σπειρα* (Spirale, Schraube).

Leitart: *Gl. agilissima* Lagerheim (= *Spirulina agilissima* (Lagerh.) Forti in De-Toni, Syll. Alg. V, 1907, 216) zwischen anderen Algen auf einer sumpfigen Wiese bei Quito (Ecuador); die Trichome sind 2  $\mu$  breit und blaugrün gefärbt. — *Gl. tenuior* Lagerh. hat etwas schmalere Trichome und kommt zusammen mit der Leitart vor, mit der sie wohl identisch ist. Eine forma von *Gl. tenuior* fand H. Skuja in Lettland; sie wird als farblos angegeben. Skuja schreibt im übrigen (in Acta Horti Bot. Latv. XI/XII, 1939, 48, Taf. I, Fig. 5): „Der äußeren Morphologie nach stellt der Organismus eine typische *Spirulina*, beispielsweise aus dem Formenkreis *Sp. subsalsa* bzw. *tenuissima* dar, zeigt jedoch eine sehr lebhafte, schlangenartige Bewegung wie bei *Spirochaete plicatilis* Ehrenb.; auch die hin und wieder auftretenden größeren losen sekundären Windungen, sowie die plötzlich erfolgenden ruckartigen Bewegungen erinnern sehr an die Spirochaeten.“ — Eine dritte Art, *Gl. yellowstonensis* Copeland (in Ann. New York Ac. Sci. 36, 1936, 165), ist lebhaft blaugrün; nähere Angaben über die feinere Organisation werden nicht gemacht, doch wird betont, daß habituell große Übereinstimmung mit Spirochaeten (z. B. *Leptospira*) besteht und daß der Organismus wegen der auffallenden Flexibilität nicht zu *Spirulina* gestellt werden kann.

Die Gattung ist im ganzen noch problematisch. Wahrscheinlich handelt es sich um extrem ausgebildete Spirulinen, also um echte Blaualgen; die zarten, elastischen Wände sind ja für die Oscillatoriaceen überhaupt bezeichnend und ermöglichen nach der Ullrichschen Theorie der longitudinalen Kontraktionswellen erst die Hormogonienbewegung; dieses Verhalten scheint bei *Gl.* besonders gesteigert zu sein (in geringem Maß flexil sind auch typische Spirulinen). Von den Spirochaeten ist *Gl.* dadurch unterschieden, daß ein Achsenstab fehlt; dies wie auch die blaugüne Färbung der typischen Vertreter von *Gl.* zeigt, daß eine nähere genetische Beziehung zu den Spirochaeten nicht besteht.



Fig. 155. *Atractiella affixa* Printz; nach Printz.

### Anhang unsicherer Gattungen

**Atractella** Printz in Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1920 Nr. 1 (1921) 93, Taf. 14, Fig. 313—316. — Kurze einzelne Fäden, welche an beiden Enden zugespitzt, an einem Ende festgeheftet sind. Zellen zylindrisch, an den Enden verjüngt und zugespitzt. Teilung meist nur in den Endzellen. Scheide dick, an beiden Enden zugespitzt. Hormogonien? — *A. affixa* Printz l. c. mit 3—5  $\mu$  breiten Zellen, Fäden meist fünfzehn- bis zwanzigzellig, auf Baumrinde in Südafrika. Fig. 155.

Der Name von *ατρακτελος* (Spindel). — *Atractiella* Sacc. Fung. Gall., in Atti Ist. Venet. ser. 6 I (1883) 1280 gehört zu den *Hypomycetaceae*, *Stilbaceae*.

Die Alge wurde nur nach totem Material beschrieben. Die Bilder lassen Zweifel aufkommen, ob es sich um eine Oscillatoriacee und eine Hormogonale und überhaupt um eine Blaualge handelt.

**Camptothrix** W. et G. S. West in Journ. of Bot. 35 (1897) 269. — Fäden kriechend, kurz, einreihig, an den Enden leicht verjüngt (nicht haarartig!). — *C. repens* W. et G. S. West l. c. mit Fig., auf Fadenalgen in Süßwasser in Angola. Fig. 117 A. Die Alge, die nur an totem Material untersucht wurde, ist ungenügend bekannt. Nach der Abbildung handelt



es sich kaum um eine Hormogonale, der Habitus entspricht etwa dem einer Pleurocapsale; vielleicht handelt es sich auch um Jugendstadien von *Capsosira* oder einer ähnlichen Form.

Der Name von *καμπος* (gebogen) und *ῥιξ* (Haar).

**Crinalium** Crow in Ann. of Bot. 41 (1927) 165. — Fäden riemenartig (!), haarnadel-förmig gebogen, meist lose schraubig, an den Enden leicht verjüngt, mit dünner Scheide. Querwände zart, nur nach künstlicher Färbung sichtbar. Hormogonien. — *Cr. endophyticum* Crow l. c. Fig. 1, 2 mit 3–4  $\mu$  breiten Trichomen, in der Gallerte von *Aphanocapsa* an feuchten Felsen in England.

Name von *crinale* (Haarnadel).

Die „riemenartigen“ Trichome, die also keinen kreisrunden Querschnitt hätten, erklären sich wohl daraus, daß geschrumpft Material vorlag; hierfür sprechen auch die Figuren; jedenfalls kommt eine derartige Organisation bei keiner anderen Blaualge vor. Nach den Figuren zu urteilen ist die Scheide keine wirkliche Hormogonalscheide. Die Zugehörigkeit zu den Blaualgen überhaupt erscheint fraglich.

**Ernstiella** R. Chodat in Bull. Soc. Bot. Genève, 2. sér. 3 (1911) 125, mit der Art *E. rufa* R. Chodat aus einem Quellschloß bei Genf, stellt zweifellos ein Gemisch ganz verschiedener Blaualgen dar; es handelt sich offenbar um ein Mischlager von polarisierten Lyngbyen (Sektion *Heteroleibleinia*) und *Chamaesiphon*, wie sie an solchen Standorten häufig sind und schon mehrfach zu Mißdeutungen Anlaß gegeben haben. — Benannt nach dem Liebhaber-Algologen J. Ernst in Genf.

**Filarszkyia Forti** in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 258, ist begründet auf *Lyngbya saxicola* Filarszky (Adatok Pien. Moszatveget., 14, Taf. 1, Fig. 2; in Hedwigia 39, 1900, 140), die offenbar nichts anderes darstellt als zur Ruhe gekommene, frisch bescheidete Hormogonien einer felsbewohnenden Scytonemataceae. — Benannt nach dem ungarischen Botaniker Filarszky.

**Juguspira** Crow s. S. 218.

**Lyngbyopsis** Gardner s. S. 203.

**Oligoclonium** A. Brooker-Klugh in Contrib. Canad. Biol. 1921 mit der Art *O. inaequale* wurde auf Grund der Beobachtung aufgestellt, daß in normale turgeszente Trichome zugrunde gegangene und geschrumpfte Stücke eingeschaltet waren; es handelt sich wahrscheinlich um eine *Hydrocoleum*-Art. — Der Name von *ὀλιγος* (wenig, klein) und *κλωνιον* (Zweiglein).

**Pseudanabaena** Lauterborn, Sapropele. Lebewelt, in Verh. Naturhist.-mediz. Ver. Heidelberg N. F. 13 (1914–1917) 437. — Trichome einzeln, ohne Scheiden, mit deutlicher Kriechbewegung, aus deutlich voneinander abgesetzten Zellen aufgebaut; Zellen zylindrisch und an den Enden abgerundet, oder oval.

Der Name von *ψευδης* (falsch) und *Anabaena*.

Die Trichome gleichen habituell Nostocaceen-Hormogonien. Bei der zuerst beschriebenen Art, *Ps. constricta* (Szafer) Lauterborn (Fig. 156 b) [= *Oscillatoria constricta* Szafer = *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler in Paschers Süßw.-Flora H. 12 (1925) 312], wurden tatsächlich ausnahmsweise einzelne Heterocysten beobachtet; z. B. fand H. F. Buell (in Bull. Torrey Bot. Cl. 65, 1938, 393) unter hunderten von Trichomen nur ein einziges mit drei Heterocysten. Die Art lebt typisch sapropelisch (auf Faulschlamm in Europa und Nordamerika); an den gleichen Biotopen leben auch *Ps. catenata* Lauterborn, *Ps. tenuis* Koppe und *Ps. Schmidlei* Jaag; es ist sehr wahrscheinlich, daß es sich in allen Fällen um

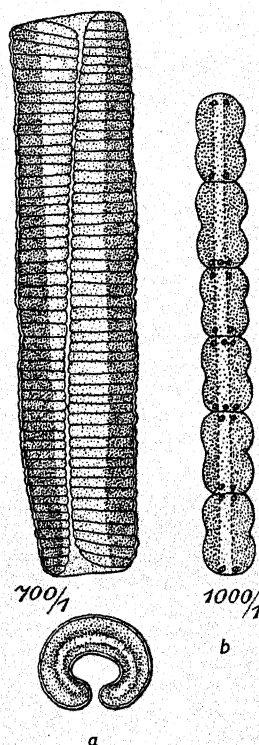


Fig. 156. a *Gomontiella sub-tubulosa* Teod., Faden und Fadenquerschnitt ( $700\times$ ); b *Pseudanabaena constricta* (Szafer) Lauterb. ( $1000\times$ ). — a nach Teodoresco, b nach Lauterborn.

planktonische Anabaenen handelt, die während ihrer benthonischen Lebensweise keine Heterocysten ausbilden; gerade von Nostocaceen ist es bekannt, daß die Heterocystenbildung manchmal unterdrückt sein kann (vgl. z. B. *Aphanizomenon*). Demnach wäre die Gattung aufzulassen; nur aus praktischen Gründen kann sie provisorisch aufrechterhalten werden, da im Einzelfall der genetische Zusammenhang von „*Ps.*“-Trichomen mit der vollausgebildeten Form sich vielfach nicht feststellen läßt.

## Gomontiellaceae

Elenkin, Mon. Alg. Cyn. USSR., Moskau-Leningrad (1936) 543.

Einige Gattung:

**Gomontiella** Teodoresco in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 51 (1901) 757. — Trichome scheidenlos, gerade, einzeln, der Länge nach halbröhrenförmig eingerollt, einen offenen oder fast geschlossenen zylindrischen Kanal einschließend; Querschnitt daher halbring- oder fast ringförmig, die einzelnen Zellen wie bei der Chroococcacee *Cyanarcus* fast ringförmig gebogen. Hormogonien unbekannt.

Nach dem französischen Algologen und Verfasser der Monographie der Oscillatoriaceen M. Gomont benannt.

Einige Art: *G. subtubulosa* Teodoresco l. c. Taf. 6 mit 15–24  $\mu$  breiten Trichomzylindern und 2–2,7  $\mu$  langen Zellen, in zeitweise von Regenwasser erfüllten Felsvertiefungen in Rumänien. Fig. 156a.

Die Alge weicht von allen anderen fadenförmigen Blaualgen durch die eigenartige Zellform ab. Sie wurde erst ein einziges Mal gefunden; da sie durch Form und Größe auffallend ist und kaum übersehen werden kann, ist sie offenbar sehr selten. Das im Herbar des Naturhistorischen Museums in Wien aufbewahrte Originallexikkat zeigt, daß die Beschreibung Teodorescos völlig zutreffend ist; es handelt sich keinesfalls etwa um geschrumpfte und deformierte Trichome einer *Oscillatoria*.

Die allgemeine Organisation entspricht der einer Hormogonale (mittels zarter Querwände eng zusammenschließende Zellen, elastische Zellmembranen); ob eine Hormogonienbewegung möglich ist, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Die auffallende Zellform und der einzig dastehende Trichombau rechtfertigen die Aufstellung einer eigenen Familie; bisher erfolgte die Behandlung bei den Oscillatoriaceen.

## Auszuschließende, aufgeteilte und unsichere Gattungen<sup>1)</sup> der Schizophyceae

(unter Mitwirkung von J. Matfeld)

**Agonium** Oersted, De region. marin. (1844) 44, ist nach Kirchner in E. P. I. Aufl. I 1a (1898) 92 nicht zu identifizieren und wahrscheinlich keine Blaualge.

**Allogonium** Kütz. Phyc. gen. (1843) 245 ist eine Bangiacee.

**Anhaltia** Schwabe in Linnaea IX (1834) 127, Taf. II, ist nach Kirchner l. c. 92 nicht identifizierbar.

**Aplococcus** Roze in Journ. de Bot. X (1896) 319—23 ist nicht identifizierbar; nach Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 684, handelt es sich vielleicht um deformierte Zellmassen irgendeiner Chroococcacee.

**Arthrotilum** Rabenh. Fl. Europ. Alg. II (1865) 230, mit drei Arten beschrieben, ist ungeklärt, gehört vielleicht zu *Amphithrix* Kütz.; vgl. Forti l. c. 602—03.

**Asterocytis** Gobi in Arbeiten St. Petersburg. Ges. Naturf. X (1879) 83, Taf. 10, gehört zu den Bangiaceen; *A. ramosus* (Thw.) Gobi (*Hormospora ramosa* Thw.).

**Asterothrix** Kütz. Phyc. gen. (1843) 200 ist offenbar ein Fadenpilz bzw. umfaßt vielleicht auch verkannte Grünalgen; vgl. Kirchner l. c. 92.

**Bractia** Trevisan, Alghe coccot. (1848) 57. Die beiden Arten, auf die diese Gattung begründet wurde, gehören zu den *Chlorophyceae-Tetrasporaceae*: *B. crassa* (Naccari) Trevisan = *Palmophyllum crassum* (Naccari) Rabenh.; *B. mediterranea* (Kütz.) Trevisan = *Palmella mediterranea* Kütz.

**Byssus** [Micheli] L. Sp. pl. (1753) 1168 ist ein Gemisch aus Algen, Pilzen, Flechten und enthielt u. a. Arten von *Aphanizomenon* (vgl. oben S. 184).

**Cagniardia** Trevisan, Alghe coccot. (1848) 47, die mit 25 Arten aufgestellt wurde, ist eine Sammelgattung aus Schizophyceen und Chlorophyceen (*Aphanothece*, *Aphanocapsa*, *Palmella* usw.).

**Calialoa** Trevisan, Alghe coccot. (1848) 41, mit der einzigen Art *C. Meneghini* Trev., ist begründet auf *Micraloa protogenita* „Biasol.“ Meneghini, Monogr. Nostoch. ital. (1842) 101, Taf. 14, Fig. 1 (non *M. protogenita* Biasol. = *Chlorococcum protogenitum* (Biasol.) Rabenh.), deren Zugehörigkeit offenbar nicht geklärt ist.

**Chaetococcus** Kütz. Tab. phyc. I (1849) 51, Taf. 94 (*Ch. violaceus* Kütz. = *Sphaerozyga microscopica* Kütz., non Menegh.), ist unaufgeklärt; vgl. Bornet et Flahault in Ann. sci. nat. 7. sér. III (1886) 341.

**Chroodactylon** Hansg. in Ber. deutsch. Bot. Ges. 3 (1855) 14, Taf. III, ist eine Bangiacee.

**Chroothece** Hansg. in Österr. Bot. Ztschr. 34 (1884) 352 mit *Chr. Richteriana* Hansg. gehört zu den Bangiaceen.

**Clonothrix** Roze in Journ. de Bot. 10 (1896) 325 ist nach Kirchner l. c. 92 eine Trichobacteriacee.

**Cryptoglenaceae** Hansg. in Bot. Centralbl. XXIV (1885) 376; Prodr. Algenfl. Böhmen II (1892) 166. Diese Familie mit den beiden Gattungen *Cryptoglana* Ehrenb. und *Chroomonas* Hansg., die Hansg. zu den *Schizophyceae* stellte, gehört zu den Flagellaten; vgl. Senn in E. P. I. Aufl. I 1a (1900) 169, 177 und Paschers Süßwasserflora, H. 2 (1913) 103, 104.

<sup>1)</sup> Die im Text schon behandelten Gattungen sind hier nicht mehr aufgezählt worden.

**Cyanococcus** Hansg. in Beih. Bot. Centralbl. 18, Abt. II (1905) 521 ist keine Blaualge, sondern eine Bangiacee oder eine Syncyanose.

**Cyanoderma** Weber van Bosse in Natuurk. Verh. Holland. Maatsch. Wetensch. (1887) 18, Taf. I ist eine Bangiacee. — Aber *Cyanoderma* subgen. *Myxoderma* Hansg. in Notarisia 1889, 658 mit *C. (Myxoderma) rivulare* Hansg. (*Pleurocapsa rivularis* Hansg.) ist *Xenococcus rivularis* (Hansg.) Geitl.

**Cyclosperma** Bonnemais. in Journ. phys. XCIV (1822) 179 wird von Pfeiffer, Nomencl., und Rabenhorst als Synonym zu *Lyngbya* Ag. zitiert.

**Dactylogloea** Borzi in Malpighia I (1887) 78 ist ein nomen nudum.

**Dermogloea** Zanardini in Atti R. Ist. Veneto Sci. Lett. Arti, ser. IV, 1, 1871—72 (1872) 1885; eine Art, *D. limi* Zanardini, in der Adria; wird mit *Cryptococcus* Kütz. und besonders mit *Palmogloea* Kütz. verglichen. Nach Levi-Morenos in Notarisia VII (1892) 1466 beruht die Aufstellung der Gattung auf ungenauen Beobachtungen (vgl. Kirchner l. c. 92).

**Elisa** S. F. Gray, New arrangem. brit. pl. I (1821) 282, ist nach A. Le Jolis in Mém. soc. nat. sci. nat. math. Cherbourg XXX (1896) 194 ein Gemisch verschiedener Hormogonalen.

**Embryosphaera** Trevisan, Alghe coccot. (1848) 36, mit der einzigen Art *E. Meneghinii* (Kütz.) Trevisan (*Protococcus Meneghinii* Kütz.) = *Chlorococcum infusionum* Menegh. ist eine Protococcale; vgl. De-Toni, Syll. Alg. I (1889) 702.

**Entothrix** Kütz. Phyc. gen. (1843) 224 ist nach Kirchner l. c. 92 keine Alge.

**Gervasia** Borzi ex Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 704 ist nur Gattungsdiagnose ohne Nennung einer Art (*Stigonemataceae*), fehlt aber in Borzis späteren Arbeiten über diese Gruppe.

**Glaucocystis** Itzigsohn in Rabenhorst, Alg. eur. exsicc. n. 1935 (1854), ist eine Syncyanose; vgl. Geitler in Linsbauer, Handb. Pflanzenanat. VI 1 B (1936) 111, Fig. 102.

**Gliothrix** Zopf, Morph. Spaltplf. (1882) 51, ist ein Gemisch verschiedener Blaualgen.

**Gloeochaete** Lagerheim, Bidr. Sver. Algfl., in Öfvers. Kgl. Vetensk.-Akad. Förhandl. 1883, No. 2 (1883) 39, ist eine Syncyanose; vgl. Geitler in Linsbauer, Handb. Pflanzenanat. VI 1 B (1936) 109, Fig. 100—101.

**Gloionema** Agardh, Syn. Alg. Scand. (1817) 120, besteht aus zwei Arten: *Gl. paradoxum* Ag. ist offenbar unaufgeklärt; *Gl. chthonoplastes* (Fl. Dan.) Ag. (*Conferva chthonoplastes* Fl. Dan.) = *Microcoleus chthonoplastes* (Fl. Dan.) Thuret; vgl. oben S. 197.

**Goniotrichum** Kütz. in Linnaea XVII (1843) 89 ist eine Bangiacee.

**Hassallia** Trevisan, Alghe coccot. (1848) 67 (non *Hassallia* Berkeley 1845; vgl. oben S. 153), entspricht mit allen Arten völlig dem *Haematococcus* subgen. *Ouracoccus* Hassall, Hist. Brit. Freshw. Algae I (1845) 322 = *Urococcus* (Hassall) Kütz.; gehört vielleicht zu den *Chlorophyceae-Tetrasporaceae* oder zu der *Dinophyceae Gloeodinium*, vgl. Printz in E. P. 2. Aufl. 3 (1927) 79.

**Homalococcus** Kütz. in Osterprogramm der Realschule zu Nordhausen (1863) 6 ist nach der allein vorhandenen Diagnose nicht aufklärbar; Kirchner l. c. 92; einzige Art *H. Hassallii* Kütz. (*Coccochloris hyalina* Hassall) in der Normandie.

**Humida** S. F. Gray, New arrangem. brit. pl. I (1821) 281, ist offenbar unaufgeklärt; nach der Synonymie dazu beschriebener Arten ist sie ein Gemisch von Hormogonalen.

**Kneuckeria** Schmidle in Allgem. Bot. Ztschr. (1905) 64 ist eine Bangiacee; vgl. Forti l. c. 692.

**Lophopodium** Kütz. Tab. phyc. I (1849) 45 (Namen), Taf. 80—81; in Rabenhorst, Fl. Europ. Alg. II (1865) 231 (Beschreibung). Die Arten, die ursprünglich von Kütz. (in Bot. Zeitung V, 1847, 194—95) zu *Amphithrix* gestellt wurden, sind unaufgeklärt. — Kirchner stellte *Lophopodium* als Synonym zu *Calothrix* Ag.; vgl. oben S. 170.

**Loten** Adanson, Fam. pl. II (1763) 3, setzt sich zusammen aus *Byssus* [Micheli] pro parte und *Conferva* [Dill.] pro parte und enthält u. a. Arten von *Oscillatoria*.

**Merizomyria** Pollini, Sulle Alghe viventi nelle terme Euganei, Milano 1817, S. 9, Bibl. Ital. VII; Fl. Veronensis III (1824) 522; mit der einzigen Art *M. aponina* Pollini, ist unaufgeklärt. Die später von Kützing, Phyc. gen. (1843) 231, Spec. Alg. (1849) 324, erweiterte Gattung ist ein Gemisch verschiedener Hormogonalen; vgl. Bornet et Flahault in Ann. sci. nat. 7. sér. V (1887) 60.

**Micraloa** Biasol. Alg. micr. (1832) 47 und **Microhaloa** Kütz. Phyc. gen. (1843) 169 sind teils verschiedene einzellige Blaualgen, teils Protococcalen.

**Microcystis** Kütz. in Linnaea VIII (1833) 372 pro alia parte gehört zu *Haematococcus* Ag. emend. Wille (*Chlorophyceae*); vgl. Printz in E. P. 2. Aufl. 3 (1927) 53.

**Nemacola** Massalongo in Flora 38 (1855) 36 (*N. criniformis* Massal.) ist nach A. Jatta in Malpighia VII (1893) 199 ein *Microcoleus*, der auf dem Thallus eines *Collema tenax* Sm. wuchs.

**Neoadelia** Bompard in Hedwigia 6 (1867) 129 ist nach Forti in De-Toni, Syll. Alg. V (1907) 686, eine *Lyngbya* mit aufsitzenden *Chroococcus*-Zellen; sie wird aber von Forti l. c. 301 als Syn. zu *Symploca* Kütz. zitiert (vgl. oben S. 210); *Neoadelia fimbriata* Bompard = *Symploca hydroides* Kütz.

**Palmogloea** Kütz. Phyc. gen. (1843) 176 ist begründet auf *P. protuberans* (Sm.) Kütz. (*Ulva protuberans* Sm.) = *Mesotaenium Braunii* De Bary; *Mesotaenium* Näg. sect. I. *Palmogloea* (Kütz.) Hansg. Prodr. Algenfl. Böhmen I (1886) 173: *Desmidiaceae*. — Von den späteren Arten gehören einige zu *Aphanocapsa*.

**Phragmonema** Zopf, Morph. Spaltpfl. (1882) 49, ist eine Bangiacee; vgl. Geitler in Rev. algol. I (1924) 373, Fig. 11.

**Pleococcus** Kütz. in Linnaea XVII (1843) 84 (Namen); Phyc. gen. (1843) 170 als Synonym von *Botrydina* Bréb.; Trevisan, Alghe coccot. (1848) 41 (Beschreibung); ist nach Wille in E. P. 1. Aufl. I 2 (1890) 59 wahrscheinlich mit der Gattung *Botrydina* Bréb. identisch, die anfänglich für eine Blaualge und dann lange Zeit für eine Flechte gehalten wurde, durch die Untersuchungen O. Jaags (in Ber. Schweiz. Bot. Ges. 42, 1933, 169) aber als Konsortium der Grünalge *Coccomyxa* und der Protonema-Rhizoiden des Laubmooses *Georgia pellucida* erkannt wurde.

**Polycoccus** Kütz. in Haarl. natuurrk. Verh. (1841), Linnaea XVII (1843) 84, Phyc. gen. (1843) 171, ist nach Kirchner l. c. 92 ein Entwicklungszustand von *Nostoc punctiforme*; vgl. oben S. 188.

**Porphyridium** Näg. Gatt. einzelliger Algen (1849) 71 ist eine Bangiacee.

**Potarcus** Raf. in Journ. Phys. LXXXIX (1819) 107 ist nicht aufklärbar und vielleicht keine Blaualge; vgl. Leman in Dict. sci. nat. 43 (1826) 101; A. Le Jolis in Mém. Soc. nat. Sci. nat. math. Cherbourg XXX (1896) 174. — Über *Portacus* O. Kuntze, Rev. gen. II (1891) 911, vgl. oben S. 167.

**Sorospora** Hassall, Brit. Freshw. Alg. I (1845) 309, ist ein Gemisch verschiedener Chroococcaceen (*Gloeocapsa*, *Aphanocapsa*).

**Symphysiphon** Kütz. Phyc. gen. (1843) 218 ist eine Sammelgattung verschiedener Hormogonalen; vgl. oben S. 147 (unter *Scytonema*).

**Trichocystis** Kütz. Tab. phyc. I (1847) 20 ist keine Blaualge, sondern wahrscheinlich identisch mit dem Zoochlorellen enthaltenden Ciliaten *Ophrydium versatile*.

**Zachariasia** Lemmermann in Klebahn und Lemmermann, Vorarb. Fl. Plöner Seengeb. (1895) 60, ist eine Bangiacee.

## Nachträge und Zusätze während der Drucklegung

Zum Thema Plasmodiesmen (S. 11) und Zellteilung (S. 19) vgl. auch Geitler in Fortschr. d. Bot. 7 (1938) 3, 8 (1939) 2 und 10 (1941) 3ff.

Zu S. 26 (Stickstoffbindung) und S. 31 (Symbiose). — H. Bortels in Arch. f. Mikrobiologie 11 (1940) 155 führt den Nachweis, daß manche Nostocaceen — z. B. *Nostoc punctiforme*, *N. paludosum*, *Cylindrospermum licheniforme*, *C. maius*, *Anabaena*

*variabilis*, *A. cylindrica*, *A. humicola* Bortels und die symbiotisch in den Blattlappen von *Azolla* lebende *A. Azollae* — bei Anwesenheit von Molybdän den elementaren Stickstoff der Luft zu binden vermögen; anderen Nostocaceen fehlt diese Fähigkeit. Die Frage der Stickstoffbindung kann somit für einige Blaualgen als positiv erledigt gelten. — Die *Azolla-Anabaena*-Symbiose wird als sehr eng aufgefaßt; zumindest gelang es nicht, die *Anabaena* frei zu kultivieren<sup>1</sup>).

Zu S. 36. Fossile *Schizophyceae*. Von J. Pia in M. Hirmer, Handbuch der Paläobotanik I (1927) 34—41 (hier auch die Spezialliteratur), werden folgende Fossilien zu den *Schizophyceae* gerechnet:

A. Mit rezenten Sippen vergleichbare Formen.

1. *Chroococcaceae*: **Gloioconis** Renault, Perm Frankreichs, ähnlich *Gloeocapsa*. — **Subtetrapedia** Renault, Unterkarbon Rußlands, ähnlich *Tetrapedia*<sup>2</sup>).
2. *Protophyceae* Lindenbein: **Gloeocapsomorpha** Zalesky, Silur Estlands; Zellen in kurzen, radialen Reihen. — **Cladiscothallus** Renault, Karbon; Zellfäden einreihig, gegabelt, allseits radial strahlend. (Sie gehören vielleicht aber zu den Chlorophyceen, Botryococcaceen.)
3. *Oscillatoriaceae*: **Spirulina** Turpin soll im Eozän vorkommen. — **Marpolia** Walcott, Kambrium, ähnlich *Schizothrix*. — **Archaeothrix** Kidston et Lang, Devon; unverzweigte, in Zellen gegliederte Fäden.
4. *Rivulariaceae*: **Ternithrix** Reis, Miozän; wellig gebogene Scheiden mit Kalkkrusten, Gesteinsbänke bildend.

B. Formen ohne Anschluß an rezente Sippen.

5. **Spongiostromata** Pia, ohne organische Struktur, aber mit bezeichnender Wachstumsform (wohl Kalkfällungen in Algenlagern außerhalb der Zellwände):
  - a) **Stromatolithi** Pia, einer Unterlage aufgewachsen: **Weedia** Walcott. — **Spongiostroma** Gürich. — **Collenia** Walcott. — **Cryptozoon** Hall. — **Archaeozoon** Matthew. — **Gymnosolen** Steinmann. — Meist aus dem Algonkium und Altpaläozoikum beschrieben, mit ähnlichen Formen im Karbon und Mesozoikum.
  - b) **Oncolithi** Pia, frei im Gestein liegende Knollen: **Pycnostroma** Gürich. — **Spongiostroma** Rothpletz non Gürich. — **Osagia** Twenhofel. — **Ottonosia** Twenhofel. — **Wingia** Seely.
6. **Porostromata** Pia, mit deutlichen, im Mikroskop erkennbaren Röhrenchen:
  - a) **Agathidia** Pia, Röhren knäuelig zu einem Knollen vereinigt: **Girvanella** Nicholson et Etheridge (vgl. oben S. 36). — **Sphaerocodium** Rothpletz, Name für knollige Verwachsungen verschiedener Arten von *Girvanella*, *Pycnostroma* u. a.
  - b) **Thamnidia** Pia, Röhrenchen senkrecht zur Oberfläche der Stöcke angeordnet: **Epiphyton** Bornemann, Kambrium; Zweige dicht gedrängt. — **Hedstroemia** Rothpletz, Silur; Äste gegen außen stark verjüngt. — **Mitcheldeania** Wethered, Kohlenkalk. — **Ortonella** Garwood, Kohlenkalk. — **Zonotrichites** Bornemann, Trias; ähnlich *Mitcheldeania*. — **Dimorphostroma** Reis, Miozän; zeigt ähnliche Strukturen wie die vorhergehenden. — **Brachydactylus** Reis, Miozän; sehr gedrungene, reichlich verzweigte Äste.

Zu S. 46: **Microcystis**. — E. Teiling in Svensk Bot. Tidskr. 35 (1941) 337 kommt zu dem Ergebnis, daß *Microcystis aeruginosa* und *M. flos-aquae*, die bisher vielfach miteinander verwechselt, falsch charakterisiert oder irrtümlicherweise zusammengezogen wurden, zwei gute, wohl unterscheidbare Arten sind. *M. aeruginosa* besitzt eine feste und scharf begrenzte, *M. flos-aquae* eine weiche und unscharf begrenzte Thallusgallerte. Nach der Ergänzung der Diagnosen in diesem Sinn unter Benutzung älterer Beobach-

<sup>1</sup>) Im Gegensatz zu älteren Angaben! Vgl. E. Pringsheim in Arch. f. Protok. 38 (1918) 126, A. Huneke in Beitr. Biol. Pfl. 20 (1933) 345 und L. Wildemann (Diss. Münster 1934).

<sup>2</sup>) *Tetrapedia* ist keine Blaualge! Vgl. S. 67 f.

tungen von Wesenberg-Lund (Studier over de danske Søers Plankton. Spec. del. I) haben die Arten zu heißen: *M. aeruginosa* Kützing em. Wesenberg-Lund und *M. flos-aquae* (Wittrock) Kirchner em. Wesenberg-Lund.

Zu S. 49: *Gloeocapsa* Sekt. *Rhodocapsa* und *Cyanocapsa*. — Eine völlig neue Auffassung hinsichtlich der Membranfärbung von *Gloeocapsa* vertritt O. Jaag (Verh. Schweiz. Nat. Ges., Locarno, 1940, 157). *Gl. alpina* mit violetten bzw. blauen und *Gl. sanguinea* mit roten Hüllen sollen identisch sein; erstere wäre die Ausbildung auf basischem, letztere auf saurem Substrat. Auch die Arten *Gl. Ralfsiana* und *Gl. magma*, beide mit roten Hüllen, sollen mit *Gl. alpina* identisch sein. *Gl. alpina* wäre die Standortsform mittelfeuchter bis feuchter basischer Standorte, *Gl. Ralfsiana* die Form feuchtesten saurer Standorte, *Gl. magma* die Form trockenster saurer Standorte. Rote oder violette (blaue) Hüllenfärbung könnte demnach kein systematisches Merkmal abgeben.

Dazu ist zu bemerken, daß an dem gleichen Standort, und zwar auf kleinstem Raum und aufs innigste miteinander vermischt, *Gloeocapsen* mit roten und violetten Hüllen vorkommen. Schon hiernach ist es ausgeschlossen, daß die Reaktion des Milieus allein für die Membranfärbung maßgebend ist. Außerdem kommen Vertreter von *Gl. alpina* s. lat. mit gleichgefärbten Hüllen auf saurem Rohhumus, aber auch unmittelbar auf Kalkstein, also im alkalischen Medium, vor. Ferner bildet *Gl. alpina* die Gonidialnagel der Flechte *Synalissa violacea*, *Gl. sanguinea* die von *Synalissa ramulosa*, die beide auf Kalk leben.

Zur Stützung seiner Ansicht führt Jaag (O. Jaag und N. Gerns, ebenda 158) an, daß die chemische und spektroskopische Untersuchung der Farbstoffe von *Gl. alpina* und *Gl. sanguinea* ihre Identität erweist. Abgesehen davon, daß das angewendete Verfahren vielleicht nicht ausreicht, um nahe verwandte Farbstoffe zu trennen, könnte auch ihre tatsächliche Identität nicht die Identität der Arten beweisen; denn der in der Membran auftretende Farbstoff könnte spezifisch durch das lebende Plasma sauer oder alkalisch beeinflusst werden. Jedenfalls erscheint die von Jaag vertretene Auffassung unbewiesen, bevor eine Art mit roten Hüllen in eine solche mit violetten (oder umgekehrt) in Reinkultur übergeführt ist; Jaag schreibt, daß „die Methode der Reinkulturen auf diesem Gebiet bisher unbefriedigende Resultate zeitigte“.

Die übrigen Befunde Jaags (Abhängigkeit der Hüllenfärbung von der Belichtung, Abhängigkeit der Dicke der Hüllen von der Feuchtigkeit, Schwankungen der Hüllenschichtung mit dem Lebensrhythmus der Zelle) sind eine Bestätigung der bisherigen Kenntnisse. Die allgemeine Folgerung aus der Inkonstanz dieser Merkmale auf ihre systematische Unbrauchbarkeit ist jedoch nicht zwingend; es handelt sich bloß darum, die Variabilität — wie auch sonst — richtig zu verstehen und entsprechend zu berücksichtigen.

Zu S. 27 sowie 25 und 164. Eine kompulatorische Übersicht der Planktonschizophyceen gibt G. Huber-Pestalozzi, Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie, I. Teil, in A. Thienemann, Die Binnengewässer XVI (1938). Auf S. 220 wird für die neu beschriebene *Anabaena Minderi* behauptet: „Bildung von Dauerzellen aus vier vegetativen Zellen einige Male beobachtet“; Abb. 152 C, Mitte, soll ein Trichomstück darstellen, „die Entstehung einer Dauerzelle aus vier vegetativen Zellen zeigend“. Es handelt sich offensichtlich um einen Irrtum (vgl. S. 25 unten, 164 oben).

### Liste der neuen Namen und Kombinationen

*Dactylococcopsis ellipsoidea* (B. Schröder) Geitl. — S. 44.

*Microcrocis geminata* (Lagerh.) Geitl. — S. 56.

„ *sabulicola* (Lagerh.) Geitl. — S. 56.

„ *pulchella* (Buell) Geitl. — S. 56.

„ *irregulare* Geitl. — S. 56.

*Lemmermanniella* Geitl. — S. 62.

„ *pallida* (Lemm.) Geitl. — S. 62.



- Scopulonema minus* (Hansg.) Geitl. — S. 93.  
 „ *concharum* (Hansg.) Geitl. — S. 93.  
 „ *aurantiacum* (Geitl.) Geitl. — S. 93.  
 „ *minutum* (Geitl.) Geitl. — S. 93.  
 „ *parenchymaticum* (Geitl.) Geitl. — S. 93.  
 „ *polonicum* (Racib.) Geitl. — S. 99.  
*Pascherinemataceae* Geitl. — S. 99.  
*Dermocarpa Lemmermannii* Geitl. — S. 106.  
*Fischerella Harrisii* (F. E. Fritsch) Geitl. — S. 129.  
*Borzinemataceae* Geitl. — S. 141.  
*Coleodesmium Lievreae* (Frémy) Geitl. — S. 156.  
*Plectonema Jaagii* Geitl. — S. 157.

#### Nomina generica conservanda proposita

- Aphanothece* Nägeli 1849 gegen *Coccochloris* Sprengel 1807: S. 47.  
*Gloeocapsa* Kützing 1843 gegen *Bichatia* Turpin 1828: S. 48.  
*Hydrococcus* Kützing 1833 gegen *Hydrococcus* Link 1833: S. 88.  
*Microchaete* Thuret 1875 ex Bornet et Flahault 1887 gegen *Microchaeta* Nutt. 1841,  
*Microchaeta* Reichenb. 1841 und *Microchaete* Benth. 1845: S. 159.  
*Nodularia* Mertens 1822 ex Bornet et Flahault 1888 gegen *Nodularia* Link 1809 ex  
 Lyngbye 1819: S. 187.  
*Trichodesmium* Ehrenberg 1830 ex Gomont 1892 gegen *Trichodesmium* Chevall. 1826:  
 S. 213.

# Register zu Band Ib

## Verzeichnis der Gattungsnamen und ihrer Synonyme

(Die selbständigen Namen sind mit einem \* bezeichnet)

- Actinocephalus Kützing 199  
 \*Adrianema J. De-Toni 141  
 Agathidia Pia 226  
 Agmenellum Brébisson 57  
 Agonium Oersted 223  
 Aheterocysteae Elenkin 114  
 Ainactis Kützing 169  
 \*Albrightia Copeland 127  
 Allogonium Kützing 223  
 \*Ammatoidea W. et G. S. West 166  
 Amorphonostoc Elenkin 188, 191  
 \*Amphithrix Kützing 175  
 \*Anabaena Bory 184, 228  
 Anabaena A. Juss. 185  
 Anabaenella Pax et K. Hoffm. 185  
 \*Anabaenopsis V. Miller 181  
 Anabaenothrix Randhawa 184  
 Anabaina Bory 184  
 Anacystis Meneghini 45  
 Anhaltia Schwabe 223  
 Anhomocysteae Born. et Flah. 114  
 \*Aphanizomenon Morren 183  
 \*Aphanocapsa Nägeli 47  
 \*Aphanothece Nägeli 47  
 Aplococcus Roze 223  
 Archaeothrix Kidston et Lang 226  
 Archaeozoon Matthew 226  
 Arthronema Hassall 154  
 Arthrosiphon Kützing 151  
 Arthrosira Stizenberger 218, 219  
 Arthrotilum Rabenh. 223  
 Askenasya Möbius 88  
 Aspalatia Erceg. 98  
 Asterocystis Gobi 223  
 Asterothrix Kützing 223  
 Atractella Printz 220  
 Atractiella Sacc. 220  
 \*Aulosira Kirchner 161  
 \*Bacillosiphon Copeland 75  
 \*Bacularia Borzi 64  
 Beckia Elenkin 57  
 Belonia Carmichael 184  
 Bichatia Turpin 48  
 Blennothrix Kützing 199  
 Boanema Erceg. 98  
 \*Borzia Cohn 213  
 \*Borzinema J. De-Toni 142  
 Borzinemataceae Geitler 141  
 Botrydina Bréb. 225  
 Bractia Trevisan 223  
 Brachydactylus Reis 226  
 Brachynema Benth. 84  
 Brachynema Erceg. 84  
 Brachythrix A. Braun 109  
 \*Brachytrichia Zanardini 139  
 Burgunderblut 28, 215  
 Byssus [Micheli] L. 184, 223  
 Cagniardia Trevisan 223  
 Calialoa Trevisan 223  
 \*Calothrix Agardh 170  
 Calothrix Poljansky 170  
 \*Camptothrix W. et G. S. West 220  
 Camptothrichaceae Kirchner 167  
 Camptylonema Schmidle 144  
 Campylonema Forti 144  
 Campylonema Poir. 144  
 \*Capsosira Kützing 121  
 Capsosiraceae Geitler 118  
 Capsosireae Borzi 118  
 Catagnymene auct. 210  
 Chaetococcus Kützing 223  
 Chalaractis Kützing 167  
 Chamaenema Kützing 156  
 \*Chamaesiphon A. Braun et Grunow 109  
 Chamaesiphonaceae Borzi 101, 109  
 Chamaesiphonales R. von Wettstein 35, 79, 101  
 Chamaesiphonopsis F. E. Fritsch 109  
 Chlorobakterien 34  
 Chlorogloea auct. 97  
 \*Chlorogloea Wille 73  
 Chlorogloeeaceae Geitler 69  
 \*Chondrocystis Lemmerm. 75  
 \*Chondrogloea Schmidle 130  
 \*Chondrocaceae Nägeli 38, 69  
 Chroococcales Elenkin 38  
 Chroococcales Geitler 37, 38  
 Chroococcales R. v. Wettstein 35, 38  
 Chroococcidiaceae Geitler 80  
 Chroococcidiopsidaceae Geitl. 102  
 \*Chroococcidiopsis Geitler 103  
 \*Chroococcidium Geitler 82  
 \*Chroococcopsis Geitler 80  
 Chroococcus Elenkin 54  
 \*Chroococcus Nägeli 54  
 Chroodactylon Hansg. 223  
 Chroomonas Hansg. 223  
 \*Chroostipes Pascher 44  
 Chroothece Hansg. 223  
 Chrysostigma Kirchner 147  
 Chtonoblastus Kützing 197  
 Cladiscothallus Renault 226  
 \*Clastidium Kirchner 107  
 Clathrocystis Henfrey 45  
 Clonothrix Roze 223  
 Coccochloris Sprengel 47, 48  
 Coccogonales Atkinson 38  
 Coccogoneae Thuret 38  
 \*Coccolopia Troitzkaja 56  
 Coelocystis Nägeli 61  
 \*Coelomoron H. F. Buell 61  
 Coelosphaeriaceae Elenkin 61  
 \*Coelosphaeriopsis Lemmerm. 61, 64  
 Coelosphaerium Elenkin et Hollerbach 61  
 \*Coelosphaerium Nägeli 61  
 \*Coleodesmium Borzi 154  
 Coleonema Bartl. et Wendl. 90  
 Coleonema Schousboe 89  
 Coelospermum Kirchner 159  
 Collenia Walcott 226  
 \*Colteronema Copeland 116  
 Crinalium Crow 221  
 Croatella Erceg. 151  
 Cryptoglana Ehrenb. 223  
 Cryptoglenaceae Hansg. 223  
 Cryptophyceae Thuret 1  
 Cryptozoon Hall. 226  
 \*Cyanarcus Pascher 45  
 Cyanidiaceae Geitler 102  
 \*Cyanidium Geitler 102

- Cyanochloridinae 34  
 Cyanocloster Kufferath 64  
 Cyanococcus Hansg. 224  
 Cyanocystis Borzi 105  
 Cyanoderma Gardner 91  
 Cyanoderma Weber van Bosse 91, 224  
 \*Cyanodermatium Geitler 91  
 \*Cyanodictyon Pascher 60  
 \*Cyanohydnum Copeland 211  
 Cyanophyceae Sachs 1  
 Cyanophyta Schußnig 1, 33  
 \*Cyanostylon Geitler 71  
 \*Cyanotheca Pascher 108  
 Cyanothrix Gardner 100  
 Cyanothrix Schmidle 100  
 Cyclosperma Bonnemais. 224  
 \*Cylindrospermum Kützing 182  
 Cystiphoreae Rabh. 38  
 Cystocoleus Thuret 156  
 \*Dactylococcopsis Hansg. 44  
 Dactylogloea Borzi 224  
 \*Dalmatella Erceg. 96  
 Dasyactis Kützing 169  
 \*Dasygloea Thwaites 199  
 \*Dermocarpa Crouan 105  
 Dermocarpaceae Geitler 104  
 Dermocarpales Geitler 35, 37, 101  
 Dermocarpella Lemmerm. 105  
 Dermogloea Zanardini 224  
 Desmarestella Bory 170  
 Desmonema Berkeley et Thwaites 154  
 Desmonema Miers 154  
 Desmonema Raf. 154  
 Desmosiphon Borzi 118  
 Dillwynella Bory 147  
 \*Diplocolon Nägeli 147, 158  
 Diplocystis Trevisan 45  
 Diplonema Borzi 142  
 Diplonema G. Don 142  
 Diplonema De Not. 142  
 Diplonema Kjellm. 142  
 Diplonemataceae Elenkin 141  
 Diplonemeae Borzi 141  
 Diplotrichia J. Agardh 169  
 Dimorphostroma Reis 226  
 Dolichospermum Thwaites 184  
 \*Doliocatella Geitler 129  
 Drilosiphon Kützing 147  
 \*Dzensia Woronichin 65  
 Echeverriopsis Kufferath 188  
 Eleutheronema Weber van Bosse 138  
 Elisa S. F. Gray 224  
 Embryosphaera Trevisan 224  
 Endonema A. Juss. 99  
 Endonema Pascher 99  
 Endonemataceae Pascher 79, 99  
 Endonematales Elenkin 79  
 \*Endospora Gardner 65  
 Entophysalidaceae Geitler 69  
 Entophysalidales Geitler 69  
 \*Entophysalis Kützing 70  
 Entothrix Kützing 224  
 \*Epilithia Erceg. 84, 98  
 Epiphyton Bornemann 226  
 \*Ercegovicia J. De-Toni 84  
 Ernstiella Chodat 221  
 Euactis Kützing 169  
 \*Eucapsis Clements et Shantz 59  
 Eustigonemeae Borzi 121  
 Filarszkya Forti 221  
 Fischera Schwabe 127  
 \*Fischerella (Bornet et Flahault) Gomont 127  
 Fischerellopsis F. E. Fritsch 127  
 \*Fortiea J. De-Toni 160  
 Fremyella J. De-Toni 159  
 Furchensteine 203, 205  
 Gaillardotella Mougeot 167  
 \*Gardnerula J. De-Toni 175  
 \*Geitleriella J. De-Toni 94  
 Geocyclus Kützing 169  
 Geosiphon F. von Wettstein 32  
 Gervasia Borzi 224  
 Girvanella Nicholson et Etheridge 36, 226  
 Glaucocystis Itzigsohn 32, 224  
 \*Glaucospira Lagerh. 220  
 Glaucothrix Kirchner 156  
 Gliothrix Zopf 224  
 Gloeocapsa Elenkin 48  
 \*Gloeocapsa Kützing 48, 227  
 Gloeocapsin 13  
 Gloeocapsomorpha Zalesky 226  
 Gloeochaete Lagerh. 32, 224  
 Gloeochlamys Schmidle 159  
 Gloeogeneae Cohn 38  
 Gloeosipheae Kützing 1  
 Gloeosiphonales Wettstein 113  
 \*Gloeotheca Nägeli 53  
 \*Gloeotrichia J. Agardh 167  
 Gloioconis Renault 226  
 Gloionema Agardh 224  
 Gloiotrichia J. Agardh 167  
 Godlewskia Janczewski 109  
 \*Gomontiella Teodoresco 222  
 Gomontiellaceae Elenkin 222  
 \*Gomphosphaeria Kützing 62  
 Gomphosphaeriaceae Elenkin 61  
 Goniotrichum Kützing 224  
 \*Guyotia Schmidle 66  
 Gymnosolen Steinmann 226  
 \*Haliarachne Lemmerm. 211  
 Hammatoidea auct. 166  
 \*Handeliella Skuja 143  
 Hapalosiphon auct. 137  
 Hapalosiphon Borzi 125, 127  
 \*Hapalosiphon Nägeli 125  
 \*Hassallia Berkeley 153, 154  
 Hassallia Trevisan 224  
 Hedstroemia Rothpletz 226  
 Heliothrichum Wille 213  
 \*Herpyzonema Weber van Bosse 138  
 Heteractis Kützing 169  
 Heterocyanococcus Kufferath 188  
 Heterocystae Elenkin 114  
 \*Heterohomogonium Copeland 76  
 Hilsea Kirchner 156  
 Himmelsblatt 188  
 Himmelsblume 188  
 Holopedia auct. 56  
 Holopedium Elenkin 56  
 Holopedium Lagerh. 56  
 Homalococcus Kützing 224  
 Homocystae Born. et Flah. 114  
 \*Homoeothrix (Thuret) Kirchner 165  
 Hormactis Thuret 139  
 \*Hormathonema Erceg. 71  
 Hormogonales Atkinson 35, 37, 113  
 Hormogoneae Borzi 113  
 Hormogoneae Kirchner 113, 114  
 Hormosiphon Kützing 188  
 \*Hormothamnion Grunow 161  
 Humida S. F. Gray 224  
 \*Hydrococcus Kützing 88, 188  
 Hydrococcus Link 88, 188  
 \*Hydrocoleum Kützing 199  
 Hydrocoleus auct. 199  
 Hydrocorynaceae Elenkin 145  
 \*Hydrocoryne Schwabe 156  
 Hydroepicoccum De Not. 61  
 Hyella auct. 97  
 \*Hyella Bornet et Flahault 94  
 Hyellaceae Erceg. 85  
 Hyellococcus Schmidle 109  
 Hypheothrix Kützing 152, 204  
 Hyphomorpha Borzi 117  
 Inactis Kützing 205  
 Inactis Thuret 201  
 Inoconia Libert 147  
 Inoderma Kützing 88, 205

- \*Johannesbaptistia J. De-Toni 100  
 \*Isactis Thuret 170  
 \*Isocystis Borzi 178  
 Jugospira Crow 218, 221  
 \*Katagnymene Lemmerm. 210  
   Kneuckeria Schmid 224  
 \*Krkia Pevalek 66, 85  
 \*Kyrutthrix Erceg. 140  
   Leibleinia Hansg. 208  
   Leibleinia Kützing 209  
   Leibleinia Menegh. 170, 209  
   Leiblinia Endl. 170, 209  
   Lemmermannia Chodat 62  
   Lemmermannia Elenkin 62  
 \*Lemmermanniella Geitler 62  
   Leptobasaceae Elenkin 159  
   Leptobasis Dulac 160  
   Leptobasis Elenkin 160  
 \*Leptochaete Borzi 176  
 \*Leptopogon Borzi 130  
 \*Letestuinema Frémy 121  
   Limnactis Kützing 167, 169, 183  
   Limnochlide Kützing 184  
   Linckia Roth 188  
   Linckiella Gaillon 167  
 \*Lithocapsa Erceg. 76  
 \*Lithococcus Erceg. 77  
 \*Lithomyxa Howe 56  
   Lithonema Erceg. 141  
   Lithonema Hassall 141  
   Loefgrenia Gomont 132, 134  
   Loefgreniaceae Elenkin 135  
   Lophopodium Kützing 170, 224  
 \*Loriella Borzi 116  
   Loriellaceae Geitler 115  
   Loriellae Borzi 115  
   Loten Adanson 224  
   Lunoevia Sukatschew 125  
 \*Lyngbya C. Agardh 207  
   Lyngbyeae Kützing 207  
   Lyngbyopsis Gardner 203, 221  
 \*Marpolia Walcott 226  
 \*Marsoniella Lemmerm. 62  
   Mastichorema Kützing 170  
   Mastichothrix Kützing 170  
   Mastigocladaceae Geitler 136  
 \*Mastigocladus Cohn 137  
   Mastigocoleopsis Geitler 134  
 \*Mastigocoleus Lagerh. 134  
   Mastigonema Schwabe 170  
 \*Mattea Borzi 130  
   Mazaea Bornet et Grunow 132  
   Merismopedia Elenkin 57  
 \*Merismopedia Meyen 57  
   Merismopedium auct. 57  
   Merizomyria Pollini 225  
   Meteorpapier 198  
   Micraloa Biasol. 225  
   Microchaeta Nutt. 159  
   Microchaeta Reichenb. 159  
   Microchaetaceae Lemmerm. 159  
   Microchaete Benth. 159  
 \*Microchaete Thuret 159  
 \*Microcoleus Desmazières 197  
 \*Microcrocis P. Richter 56  
   Microcystis Elenkin 45, 47, 48  
 \*Microcystis Kützing 45, 225, 226  
 \*Microdiscus Steinecke 66  
   Microhaloa Kützing 225  
   Mitcheldeania Wethered 226  
   Monocapsa Itzigsohn 49  
   Monormia Berkeley 188  
 \*Myxobactron Schmidle 66  
   Myxoderma Hansg. 91, 132, 223  
   Myxoderma Schmidle 132  
 \*Myxohyella Geitler 97  
   Myxophyceae Stizenberger 1  
   Myxophykea Wallroth 1  
 \*Myxosarcina Printz 83  
   Neadelia auct. 210  
   Nemacola Massalongo 225  
   Nematogenae Rabenh. 113  
   Nematonostoc Nylander 188, 191  
 \*Nematoplaca Geitler 119  
 \*Nematoradaisia Geitler 93  
   Neoadelia Bompard 210, 225  
   Nodularia Link ex Lyngbye 187  
 \*Nodularia Mertens 187  
   Nodulariaceae Elenkin 159  
 \*Nostoc Adanson 188  
   Nostocaceae Elenkin 177  
   Nostocaceae Kirchner 177  
   Nostocales Geitl. 114  
   Nostoceae Kützing 177  
   Nostoch 188  
   Nostochineae (hormogoneae) Thuret 113  
   Nostochium Link 188  
   Nostochochopsaceae Geitler 131  
   Nostochochopseae Borzi 131  
   Nostochochopsidaceae Geitler 131  
 \*Nostochochopsis H. C. Wood 132  
   Nostocus Raf. 188  
   Oligoclonium Brooker-Klugh 200, 221  
   Oncobyrsa Agardh 88  
   Oncobyrsa Meneghini 88  
   Oncolithi Pia 226  
 \*Onkonema Geitler 90  
   Ortonella Garwood 226  
   Osagia Twenhofel 226  
   Oscillaria Pollini 214  
   Oscillaria Schrank 214  
   Oscillariaceae auct. 193  
 \*Oscillatoria Vaucher 214  
   Oscillatoriaceae Elenkin 193  
   Oscillatoriaceae Kirchner 193  
   Oscillatoriales Copeland 113  
   Ottonosia Twenhofel 226  
   Palmogloea Kützing 225  
 \*Paracapsa E. Naumann 30, 73  
   Paraplectonema Frémy 146, 159  
 \*Pascherinema J. De-Toni 99  
   Pascherinemataceae Geitler 79, 99  
 \*Pelagothrix J. Schmidt 211  
 \*Petalonema Berkeley 151  
 \*Phormidium Kützing 212  
   Phragmonema Zopf 225  
   Phycocchromophyceae Rabenh. 1  
   Physactis Kützing 167, 169  
 \*Pilgeria Schmidle 67  
 \*Placoma Schousboe 71  
 \*Planosphaerula Borzi 67  
   Plaxonema Tangl 214  
 \*Plectonema Thuret 156  
   Pleococcus Kützing 225  
   Pleurocapsa auct. 91  
 \*Pleurocapsa Thuret 80  
   Pleurocapsaceae Geitler 80, 85  
   Pleurocapsales Geitler 37, 79  
   Pluto Copeland 102  
 \*Podocapsa Erceg. 83  
   Podocapsaceae Erceg. 84  
 \*Polychlamydom W. et G. S. West 199  
   Polycoccus Kützing 188, 191, 225  
   Polycystis Kützing 45  
   Polycystis Léveillé 45  
   Polythrix Nees 175  
   Polythrix Zanardini 175  
   Porostromata Pia 226  
   Porphyridium Nägeli 225  
 \*Porphyrosiphon Kützing 206  
   Potarcus O. Kuntze 167, 225  
   Potarcus Raf. 167, 225  
 \*Proterendothrix W. et G. S. West 210  
   Protrophyceae Lindenbein 226  
 \*Pseudanabaena Lauterborn 221  
 \*Pseudocapsa Erceg. 67  
   Pseudoholopedia (Ryppowa) Elenkin 57, 58  
 \*Pseudonocobyrsa Geitler 77  
   Pslonemateae Kirchner 114  
   Pulvinularia Borzi 118  
   Pulvinulariaceae Geitler 118  
   Pycnostroma Gürich 226

- Raciborskia** Berl. 217  
**Raciborskia** Woloszynska 217  
 \***Radaisia** Sauvageau 91  
**Radaisiella** Bainier 94  
**Radaisiella** Geitler 94  
**Raphidia** Carm. 167  
 \***Raphidiopsis** F. E. Fritsch et Rich 176, 179  
**Raphidium** Kützing 167  
 \***Rhabdoderma** Schmidle et Lauterborn 43  
**Rhabdogloea** B. Schröder 44  
**Rhodocapsa** Hansg. 52  
**Rhodococcus** Hansg. 54  
 \***Rhodostichus** Geitler et Pascher 74  
 \***Richelia** J. Schmidt 33, 180  
**Rivularia** auct. 169  
**Rivularia** Roth 169  
 \***Rivularia** (Roth) C. Agardh 168  
**Rivulariaceae** Elenkin 162  
**Rivulariaceae** Rabenh. 162  
 \***Romeria** Koczwara 182, 217  
 \***Rosaria** Carter 131  
 \***Sacconema** Borzi 170  
**Schizodictyon** Kützing 205  
**Schizophyceae** Cohn 1, 34  
**Schizophyta** 34  
**Schizosiphon** Kützing 170  
 \***Schizothrix** Kützing 201  
 \***Schmidleinema** J. De-Toni 131, 144  
**Schwingfaden** 214  
**Sclerothrix** Kützing 152  
 \***Scopulonema** Erceg. 91  
**Scopulonemataceae** Erceg. 85  
**Scopulonemataceae** Geitler 85  
 \***Scytonema** C. A. Agardh 147  
**Scytonema** auct. 151  
**Scytonemataceae** Rabenh. 145  
 \***Scytonematopsis** Kisselewa 154  
**Scytonemin** 13  
 \***Seguenzaea** Borzi 142  
**Setchelliella** J. De-Toni 154, 170  
**Siphoderma** Kützing 207  
 \***Siphononema** Geitler 98  
**Siphononemataceae** Geitler 98  
**Siphononematales** Geitler 79  
 \***Sirocoleum** Kützing 198  
**Sirosiphon** Kützing 122  
**Sirosiphoniaceae** Rabenh. 121  
**Skujaella** J. De-Toni 213  
**Sokolofia** Raf. 176  
 \***Sokolovia** Elenkin 176  
**Sokoloviaceae** Elenkin 176  
 \***Solentia** Erceg. 97  
 \***Sommierella** Borzi 125  
**Sorospora** Hassall 225  
 \***Spelaopogon** Borzi 144  
**Spermosira** Kützing 187  
**Sphaenosiphon** Reinsch 105  
**Sphaerocodium** Rothpletz 226  
**Sphaerodictyon** Geitler 60  
**Sphaerogonium** Rostafinski 109  
**Sphaeronostoc** Elenkin 188, 193  
**Sphaerothrobium** Kützing 45  
**Sphaerozyga** Agardh 184  
**Spirillopsis** E. Naumann 43  
**Spirillum** Ehrenb. 218  
**Spirillum** Hassall 218  
**Spirocoleus** Moebius 209  
**Spirogyra** Link 218  
 \***Spirulina** Turpin 218, 226  
**Spongiostroma** Gürich 226  
**Spongiostromata** Pia 226  
**Spongiostroma** Rothpletz 226  
**star-jelly** 189  
**star-shoot** 189  
 \***Stauromatonema** Frémy 120  
**Sternräusp'n** 189  
**Sternschneu'z'n** 189  
**Sternschnuppe** 188, 191  
**Sternschnuppengallerte** 189  
 \***Stichosiphon** Geitler 108  
 \***Stigonema** Agardh 122  
**Stigonemaceae** Hassall 121  
**Stigonemataceae** Geitler 121  
**Stigonemataceae** Kirchner 121  
**Stigonematales** Geitl. 114  
**Stratonostoc** Elenkin 188, 190  
**Stromatolithi** Pia 226  
**Subtetrapedia** Renault 226  
**Symphosiphon** Kützing 147, 225  
**Symphyothrix** Kützing 210  
**Symploca** Kützing 210  
**Symplocastrum** (Gomont) Kirchner 203  
 \***Synechococcus** Nägeli 41  
 \***Synechocystis** Sauvageau 41  
**Synploca** Kützing 210  
**Tapinothrix** Sauvageau 176  
**Ternithrix** Reis 226  
**Tetrapedia** Reinsch 67  
 \***Tetrarcus** Skuja 43  
 \***Thalophila** Borzi 130  
**Thamnidia** Pia 226  
**Thaumaleocystis** Trevisan 49  
**Tildenia** Kossinskaja 154, 170  
**Tildenia** Miq. 170  
**Tildeniaceae** Kossinskaja 154  
**Tolypothrix** auct. 153  
 \***Tolypothrix** Kützing 151  
**Tremella** L. 188  
**Trichocystis** Kützing 225  
**Trichodesmium** Chevall. 213  
 \***Trichodesmium** Ehrenb. 213  
**Trichophora** Bonnem. 214  
**Trichophoreae** Kirchner 114  
**Trichormus** Allman 184  
**Tryponema** Erceg. 98  
 \***Tubiella** Hollerbach 78  
**Tubiellaceae** Elenkin 78  
**Tubiellales** Elenkin 78  
**Undina** Fries 188  
**Urococcus** (Hassall) Kützing 224  
**Vaginarieae** Gomont 197  
**Vaginarina** S. F. Gray 197  
**Vaginarina** Rich. 197  
 \***Voukiella** Erceg. 131  
**Wasserblüten** 8, 28, 184, 188  
**Weedia** Walcott 226  
 \***Westiella** Borzi 126  
**Wingia** Seely 226  
 \***Wollea** Bornet et Flah. 193  
 \***Woronichinia** Elenkin 63  
**Woronichiniaceae** Elenkin 61  
**Xanthocapsa** Nägeli 52  
**Xanthothrichum** Wille 213  
 \***Xenococcus** Thuret 89  
**Xenococcaceae** Erceg. 85  
**Zachariasia** Lemmerm. 225  
**Zonotrichia** J. Agardh 169  
**Zonotrichites** Bornemann 226